الفصل الاول

المفاهيم الاساسية في الكيمياء

س/ ادت الأبحاث والأكتشافات العلمية والكيميائية، والتي جرت في نهاية القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر،

ج/ الى معرفة أن المادة تتكون من ذرات .

س/ ما الذي يحدد صفات المادة؟

ج/ وأن إختلاف نوع الذرة وعددها هو الذي يحدد صفات ونوع الجزيئات التي تؤلفها ،

س/ ماهي فرضيات النظرية الذرية لدالتون (1803م) ؟

ج/ (1) ان المادة تتكون من دقائق صغيرة غير قابلة للتجزئة تسمى ذرات.(وقد تمكن العلماء فيما بعد من تجزئتها)

(2) ان الذرات لا تفنى ولا يمكن تخليقها ، ضمن النطاق البشري .

(3) ذرات العنصر الواحد متشابهة في كافة خواصها الفيزيائية والكيميائية وتختلف عن ذرات العناصر الاخرى

(4) تتكون الذرات المركبة من اتحاد ذرات العناصر بنسب عددية بسيطة .

ملاحظة/ بعد ثمانية سنوات أدخلت بعض التديلات عليها، حيث استبدل التعبير "الذرات المركبة " بكلمة "الجزيئات " من قبل العامل الايطالي افوكادرو (Avogadro)

س/ ماهي العوامل التي ساعدت جون دالتون الى اعلان نظريته الذرية للمادة ؟

ج/ ساعدته الابحاث والاكتشافات العلمية والكيميائية التي اثبتت ان المادة تتكون من ذرات ، وان اختلاف نوع الذرة وعددها يحدد صفات المادة .

س/ ما الغرض من صياغة دالتون لبنود نظريته الذرية ؟

ج/ لتفسير التغيرات الكيميائية التي تحدث على المادة وقوانين الاتحاد الكيميائي التي تحكمها .

قوانين الاتحاد الكيميائي :

1) قانون حفظ الكتلة :

كتلة المادة لاتفنى ولاتخلق اثناء التفاعل الكيميائي .

اي ان : كتل المواد المتفاعلة = كتل المواد الناتجة من التفاعل

س/ من هو اول من برهن على صحة قانون حفظ الكتلة ؟ وضح ذلك ..

ج/ لاحظ العالم العربي ابو القاسم المجريطي عند تسخين كمية موزونة من عنصر الزئبق في وعاء زجاجي مغلق وبوجود الهواء (الاوكسجين) سيتحول الزئبق الى مسحوق احمر ناعم (يدعى اوكسيد الزئبق II) دون حدوث تغير في الكتلة الكلية للمواد المتفاعلة داخل الوعاء .

س/ كيف اثبت العالم لافوازيه قانون حفظ الكتلة ؟

ج/ قام لافوازيه بأكسدة القصدير في وعاء مغلق ، فوجد ان كتلة الوعاء المغلق تبقى ثابتة دون تغير، لانه قد تم تفاعل كيميائي بين القصدير والاوكسجين وتكونت جزيئات جديدة هي اوكسيد القصدير II .

مثال / امرر 73g من غاز HCl في محلول يحتوي على 158g من ثايوكبريتات الصوديوم فتكون 117g من ملح الطعام و 64g من غاز SO_2 و 32g من الكبريت و18g من الماء . برهن ان هذه النتائج تؤيد قانون حفظ الكتلة

ج / $158 + 73 = 231\ g$ مجموع كتل المواد المتفاعلة

$117 + 64 + 32 + 18 = 231\ g$ مجموع كتل المواد الناتجة

مجموع كتل المواد الداخلة في التفاعل = مجموع كتل المواد الناتجة من التفاعل .

وهذا مايتفق مع قانون حفظ الكتلة .

2) قانون التراكيب الثابتة (للعالم بروست):

جميع العينات لمركب معين تمتلك نفس النسب من العناصر المكونة له.

اي ان : $\frac{\text{كتلة العنصر المستهلكة في التفاعل}}{\text{كتلة العنصر الاخر المستهلكة في التفاعل}} = \text{كمية ثابتة}$

① اذا تفكك الماء النقي فسنجد ان (16g) من الاوكسجين في العينة موجود مقابل (2g) من الهيدروجين ،

أي نسبة كتلة الاوكسجين الى الهيدروجين = $\frac{16g\ (O)}{2g\ (H)} = \boxed{8}$ وهذه النسبة كذلك صحيحة لاي عينة من عينات الماء مهما كان مصدرها وطريقة تحضيرها.

② تحتوي الامونيا على (14g) من النتروجين لكل(3g) من الهيدروجين ، أي نسبة كتلة النتروجين الى الهيدروجين = $\frac{14g\ (N)}{3g\ (H)} = \boxed{4.7}$ وهذه النسبة كذلك صحيحة لاي عينة من عينات الامونيا مهما كان مصدرها وطريقة تحضيرها.

ملاحظة/ لا يطبق قانون التراكيب الثابتة على الماء فقط ولكن على جميع المركبات الكيميائية .

مثال / تم الحصول على عينتين من ثنائي اوكسيد الكاربون من مصدرين مختلفين . وتم تفكيكهما الى مكوناتها من العناصر . احتوت العينة الاولى (4.8 g) من الاوكسجين و (1.8 g) من الكاربون. بينما احتوت العينة الاخرى (17.1 g) من الاوكسجين و (6.4 g) من الكاربون. بين ان هذه النتائج تتوافق مع قانون التراكيب الثابتة.

ج / نسبة كتلة الاوكسجين الى الكاربون في العينة الاولى

النسبة = $\frac{4.8g\ (O)}{1.8g\ (C)} = \boxed{2.7}$

نسبة كتلة الاوكسجين الى الكاربون في العينة الثانية

النسبة = $\frac{17.1g\ (O)}{6.4g\ (C)} = \boxed{2.7}$

وبما ان النسبة هي نفسها للعينتين .

معنى ذلك ان هذه النتائج تتوافق مع قانون التراكيب الثابتة

تمرين (1-1)

س/ تم تحليل عينتين من احادي أوكسيد الكابون. تم الحصول عليهما من مصدرين مختلفين. احتوت العينة الاولى على (4.3 g) من الاوكسجين و(3.2 g) من الكاربون. بينما احتوت العينة الثانية (7.5 g) أوكسجين و(5.6 g) من الكاربون .

هل تحقق هذه النتائج قانون التراكيب الثابتة ؟

ج / نسبة كتلة الاوكسجين الى الكاربون في العينة الاولى

$$\text{النسبة} = \frac{4.3g\ (O)}{3.2g\ (C)} = \boxed{1.3}$$

نسبة كتلة الاوكسجين الى الكاربون في العينة الثانية

$$\text{النسبة} = \frac{7.5\ g\ (O)}{5.6g\ (C)} = \boxed{1.3}$$

أي ان هذه النتائج تتوافق مع قانون التراكيب الثابتة

س/ عند تحضير ثلاث نماذج من اوكسيد النحاس II بطرق مختلفة واختزالها بالهيدروجين وجد ان:

1) في النموذج الاول 5.24g من اوكسيد النحاس اعطى 4.18g نحاس بعد الاختزال .
2) في النموذج الثاني 7.9g من اوكسيد النحاس اعطى 6.3g نحاس بعد الاختزال .
3) في النموذج الثالث 6.32g من اوكسيد النحاس اعطى 5.04g نحاس بعد الاختزال.

برهن كيف تتفق هذه النتائج وقانون التراكيب الثابتة ؟

ج / $CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$

كتلة الاوكسجين في النموذج الاول $5.24 - 4.18 = 1.06g$

$$\text{نسبة النحاس الى الاوكسجين} = \frac{\text{كتلة النحاس}}{\text{كتلة الاوكسجين}} = \frac{4.18}{1.06} = \boxed{3.9}$$

كتلة الاوكسجين في النموذج الثاني $7.9 - 6.3 = 1.6\ g$

$$\text{نسبة النحاس الى الاوكسجين} = \frac{\text{كتلة النحاس}}{\text{كتلة الاوكسجين}} = \frac{6.3}{1.6} = \boxed{3.9}$$

كتلة الاوكسجين في النموذج الثالث $6.32 - 5.04 = 1.28\ g$

$$\text{نسبة النحاس الى الاوكسجين} = \frac{\text{كتلة النحاس}}{\text{كتلة الاوكسجين}} = \frac{5.04}{1.28} = \boxed{3.9}$$

نستنتج ان نسب تفاعل العناصر $\frac{\text{نحاس}}{\text{اوكسجين}}$ هي نفسها عند تكوين المركب اوكسيد النحاس II مهما اختلفت طريقة التحضير وهذه النتائج تتفق وقانون التراكيب الثابتة .

س / احرق 7.82g من البوتاسيوم في غاز الكلور فتكون 14.92g من كلوريد البوتاسيوم وعند امرار 17.75 g من الكلور في محلول يوديد البوتاسيوم تكون 37.3 g من كلوريد البوتاسيوم . بين كيف تتفق هذه النتائج مع قانون النسب الثابتة ؟

ج / $14.92 - 7.82 = 7.1\ g$ كتلة الكلور في النموذج الاول

نسبة البوتاسيوم الى الكلور= $\frac{\text{كتلة البوتاسيوم}}{\text{كتلة الكلور}} = \frac{7.82}{7.1} = \boxed{1.1}$

$37.3 - 17.75 = 19.55\ g$ كتلة البوتاسيوم في النموذج الثاني

نسبة البوتاسيوم الى الكلور= $\frac{19.55}{17.75} = \boxed{1.1}$

ان نسبة تفاعل العناصرهي نفسها عند تكوين المركب KCl فالنتائج تتفق وقانون التراكيب الثابتة .

قانون غي – لوساك للحجوم الغازية المتفاعلة (1808م) :

تتناسب حجوم الغازات الداخلة في التفاعل الكيميائي او الناتجة منه مع بعضها البعض تناسباً عددياً بسيطاً اذا ماقيست تحت نفس الظروف من ضغط ودرجة حرارة

فمثلا ① يتحد حجم واحد من الهيدروجين مع حجم واحد من الكلور ويتكون حجمان من غاز كلوريد الهيدروجين ، فالنسبة بين حجمي الغازين المتحدين وحجم الغاز الناتج هي 2:1:1 كما في المعادلة

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

1 حجم 1 حجم 2 حجم

② عند تحليل الماء كهربائيا يكون حجم الهيدروجين المتحرر مساويا ضعف حجم الاوكسجين ، كما انه يتحد حجمين من الهيدروجين بحجم واحد من الاوكسجين وينتج حجمان من بخار الماء .

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

فالنسبة بين حجمي الغازين المتحدين وحجم بخار الماء الناتج هي 2:1:2 فتكون نسبة عددية بسيطة .

فرضية افوكادرو 1811م :

س / ماذا توصل العالم الايطالي افوكادرو ؟

ج / ان جزيئات العناصر الغازية قد تتكون من اكثر من ذرة واحدة، اي قد تتكون من ذرتين، اي ان جزيء العنصر الغازي هو جزيء ثنائي الذرة .

س / اي مفهوم ادخله العالم افوكادرو ؟

ج / حيث ادخل مفهوم جزيء (molecule) كأصغر جزء من المادة يمكن ان يوجد بصورة مستقلة، والابقاء على مفهوم الذرة كأصغر جزء من العنصر يوجد في جزيئات مختلف المركبات .

س / ماذا اكد العالم افوكادرو ؟

ج / على ان جزيئات المواد البسيطة ليست بالضرورة متماثلة مع ذرات العنصر، بل انها على عكس ذلك قد تتكون من عدة ذرات متماثلة .

س / ما هو نص فرضية افوكادرو ؟

ج /

تحوي الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة والمقاسة في نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة اعداداً متساوية من الجزيئات

س / لم تقتصر فرضية افوكادرو على تفسير النسب البسيطة والكائنة ما بين حجوم الغازات الداخلة في التفاعل والناتجة عنه فحسب ؟

ج / بل قدمت ايضاً بعض النتائج الهامة المتعلقة بعدد الذرات في جزيئات الغازات البسيطة والمعقدة، ممهدة بذلك امام تعين الكتل الذرية الحقيقية .

* لقد افترض افوكادرو ان عدداً ثابتاً من الذرات يتحد من كل عنصر لتكوين جزيء منه .وعلى نفس النهج تكون جزيئات المركبات، سوى ان الذرات التي تؤلف جزيء المركب ليست من نوع واحد، فمثلاً: عند اتحاد حجم من غاز الهيدروجين مع حجم مساوٍ له من غاز الكلور نحصل على حجمين من غاز كلوريد الهيدروجين اي نحصل على:

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

* ويتحد حجمان من غاز الهيدروجين مع حجم واحد من غاز الاوكسجين لنحصل على حجمين من بخار الماء

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

ملاحظة/ وان هذا لا يناقض نظرية دالتون الذرية ، فعليه يجب ان يتكون جزيء الهيدروجين من ذرتين وكذلك جزيء الكلور والاوكسجين تتكونان من ذرتين ايضاً، اما جزيء كلوريد الهيدروجين فانها تتكون من ذرة كلور واحدة متحدة مع ذرة واحدة من الهيدروجين، وجزيء بخار الماء فانها

ملاحظة/
1. ان جزيء العنصر الغازي هو جزيء ثنائي الذرة (بنظر افوكادرو) واعتبر الجزيئة كاصغر جزء من المادة يمكن ان يوجد بصورة مستقلة .
2. اطلق افوكادرو كلمة جزيئة على تعبير الذرة المركبة (بنظر دالتون) .

التكافؤ: Valance (التعريف القديم)

هو القدرة الاتحادية للعنصر في مركباته او هو عدد ذرات الهيدروجين التي تتحد مباشرة مع ذرة واحدة من العنصر ، حيث يعتبر الهيدروجين احادي التكافؤ .

مثال / تكافؤ الاوكسجين في الماء $H_2O = 2$ لانه يرتبط بذرتي هيدروجين

* تكافؤ الكلور في $HCl = 1$ لانه يرتبط بذرة H واحدة .

التعريف الحديث لتكافؤ العنصر :

هو عدد الالكترونات الموجودة في الغلاف الخارجي لذرة العنصر التي تستطيع فقدها او اكتسابها او الاشتراك بها اثناء التفاعل الكيميائي .

امثلة /

1) الهيدروجين احادي التكافؤ لوجود الكترون واحد في غلافه الخارجي قابل للمشاركة .
2) الاوكسجين ثنائي التكافؤ (كما في H_2O) لوجود 6 ألكترونات في غلافه الخارجي فذرته تميل لاكتساب (او المشاركة) الكترونين لاشباع غلافها الخارجي .
3) الصوديوم احادي التكافؤ لانه يفقد الكترون واحد من غلافه الخارجي .
4) تكافؤ المغنيسيوم ثنائي لانه يفقد الكترونين من غلافه الخارجي .
5) تكافؤ الكلور احادي لانه يكتسب الكترون واحد لغلافه الخارجي .

وحدة الكتلة الذرية (وكذ) :

وهي الوحدة القياسية للكتل الذرية حيث ان (وكذ) مساوية لواحد من اثنا عشر جزئاً من كتلة ذرة نظير الكاربون 12 الذي كتلته الذرية = 12.

اي ان **1 وكذ = $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة نظير الكاربون 12**

- uma (وكذ) مختصر لـ (Atomic Mass Unit) .
- **وكذ** هي كتلة الذرة الواحدة بوحدات الكتلة الذرية .

س/ اثبت ان $g\ 1.66 \times 10^{-24}$ = 1 وكذ (amu) .

ج/ 1وكذ = $\frac{1}{12}$ × كتلة ذرة نظير الكاربون 12

وبما ان كتلة ذرة نظير الكاربون 12= $\frac{\text{الكتلة الذرية للكاربون}(12)}{\text{عدد افوكادرو}} = \frac{12}{6.023\times10^{23}}$

لذلك 1وكذ = $\frac{1}{12} \times \frac{12}{6.023\times10^{23}}$

1وكذ = 1.66×10^{-24} g = 1.66×10^{-27} Kg

ملاحظة: الكتل الذرية التي نستعملها والموجودة في الجدول الدوري هي كتل نسبية

امثلة / 1) الكتلة الذرية لنظير الهيدروجين (1) = $\frac{1}{12}$ × كتلة ذرة نظير الكاربون 12.

2) كتلة نواة الاوكسجين (16) = $\frac{16}{12}$ او $\frac{4}{3}$ × كتلة ذرة نظير الكاربون 12.

الكتلة الذرية للعناصر/ هي كتلة العنصر التي تحتوي على عدد افوكادرو من الذرات والذي يساوي 6.023×10^{23} ذرة (أي كتلة 1 mol من ذرات العنصر)

الكتلة الذرية الغرامية :

هي الكتلة الذرية المقدرة بالغرامات والتي تحتوي على عدد افوكادرو من الذرات والذي يساوي 6.023×10^{23} ذرة

امثلة / 1) الكتلة الذرية للهيدروجين = 1g ويحتوي على 6.023×10^{23} ذرة هيدروجين .

2) الكتلة الذرية لعنصر البوتاسيوم = 39g ،

اي ان 39g من البوتاسيوم يحتوي على 6.023×10^{23} ذرة بوتاسيوم .

الكتلة المطلقة للذرة :

هي كتلة ذرة واحدة من العنصر : اي ان **الكتلة المطلقة لذرة عنصر** = $\frac{\text{الكتلة الذرية الغرامية للعنصر}}{\text{عدد افوكادرو}\ (6.023\times10^{23})}$

- **حساب الكتلة المطلقة لجزيء العنصر :**

[الكتلة المطلقة لجزيء العنصر = $\frac{\text{الكتلة المولية (الغرامية) للجزيء}}{\text{عدد افوكادرو}}$]

مثال / احسب الكتلة المطلقة لذرة وجزيئة الاوكسجين علما بان كتلته الذرية = 16

ج / الكتلة المطلقة لذرة عنصر (الاوكسجين) = $\frac{\text{الكتلة الذرية الغرامية للعنصر}}{\text{عدد افوكادرو}} = \frac{16}{6.023 \times 10^{23}}$

$= 2.656 \times 10^{-23}\ g$

الكتلة المطلقة لجزيء الاوكسجين O_2 = $\frac{\text{الكتلة المولية للجزيء}}{\text{عدد افوكادرو}}$

$= \frac{2 \times 16}{6.023 \times 10^{23}} = \boxed{5.312 \times 10^{-23}}$

عدد افوكادرو/ عدد الاشياء (ذرات أو جزيئات أو جسيمات أو ايونات) في مول واحد من المادة ويساوي 6.023×10^{23}

الكتلة المكافئة / هي كتلة العنصر التي تتحد مع ثمانية اجزاء كتلية من الاوكسجين او تزيح هذه المقادير من مركباتها

س/ ماهو نص قانون الكتل المكافئة ؟

ج/ تتحد العناصر مع بعضها البعض بكميات تتناسب مع كتلها المكافئة .

المكافيء الغرامي: هي الكتلة المكافئة المقدرة بالغرامات

مثال / المكافيء الغرامي للاوكسجين = 8

كتلة الكلور التي تتحد مع 8g اوكسجين = 5.35g ∴ مكافيء الكلور = 5.35

كتلة الهيدروجين التي تتحد مع 8g اوكسجين = 1g ∴ مكافيء الهيدروجين =1

كتلة الفضة التي تتحد مع 8gاوكسجين =9.107g ∴ مكافيء الفضة =9.107

افترض دالتون / ان كتلة العنصر التي تتحد مع كتلة ذرة واحدة من الهيدروجين هي الكتلة المكافئة

علل / اعتماد الاوكسجين اساسا في حساب الكتل المكافئة للعناصر بدلا من الهيدروجين ؟

ج / بسبب قصور عنصر الهيدروجين في تكوين مركبات مع اغلب العناصر الاخرى او لكون اغلب العناصر لاتتحد مباشرة مع الهيدروجين وانها تتحد مع الاوكسجين بشكل مباشر .

حساب الكتلة المكافئة لعنصر من العلاقات الاتية :

1) $\frac{\text{كتلة العنصر الاول}}{\text{كتلته المكافئة}} = \frac{\text{كتلة العنصر الثاني}}{\text{كتلته المكافئة}}$

2) $\frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلته المكافئة}} = \frac{\text{كتلة الاوكسجين}}{\text{كتلته المكافئة} (8)}$

3) $\frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلته المكافئة}} = \frac{\text{كتلة الهيدروجين}}{\text{كتلته المكافئة} (1)}$

مثال / تتحد 3.5g من الحديد مع الكبريت لتكوين 5.5g من كبريتيد الحديد II .
احسب الكتلة المكافئة للحديد علما بان الكتلة المكافئة للكبريت = 16g .

ج/ كتلة الكبريت = كتلة كبريتيد الحديد II- كتلة الحديد

= 5.5g − 3.5g = 2g

$$\frac{\text{كتلة العنصر الاول (الحديد)}}{\text{كتلته المكافئة}} = \frac{\text{كتلة العنصر الثاني (الكبريت)}}{\text{كتلته المكافئة}}$$

$$\frac{3.5}{\text{الكتلة المكافئة للحديد}} = \frac{2}{16}$$

الكتلة المكافئة للحديد = **28 g**

تمرين (1-2)

عند اختزال 1.64 g من اوكسيد النحاس (II) بالهيدروجين يتكون 1.31g من النحاس . احسب الكتلة المكافئة للنحاس . علما بان الكتلة المكافئة للاوكسجين = 8g .

ج/

$$\frac{\text{كتلة العنصر (النحاس)}}{\text{كتلته المكافئة}} = \frac{\text{كتلة الاوكسجين}}{\text{كتلته المكافئة (8g)}}$$

لاستخراج الكتلة المكافئة للنحاس يجب ايجاد كتلة الاوكسجين

كتلة الاوكسجين = كتلة اوكسيد النحاس (II)– كتلة النحاس .

=1.64 – 1.31 = **0.33g**

$$\therefore \frac{1.31}{\text{الكتلة المكافئة للنحاس}} = \frac{0.33}{8}$$

الكتلة المكافئة للنحاس = **31.76 g**

العلاقة بين الكتلة الذرية والكتلة المكافئة والتكافؤ كالاتي:

$$\text{الكتلة المكافئة للعنصر} = \frac{\text{الكتلة الذرية للعنصر}}{\text{تكافؤ العنصر}}$$

مثال / ماهو تكافؤ الالمنيوم اذا علمت ان كتلته الذرية = 27 وكتلته المكافئة = 9؟

ج / تكافؤ الالمنيوم = $\frac{\text{الكتلة الذرية للالمنيوم}}{\text{كتلته المكافئة}} = \frac{27}{9} = \boxed{3}$

علل/ يجب ان يكون تكافؤ العنصر عدد صحيح غير كسري

ج / لان التكافؤ يمثل عدد الالكترونات التي تفقدها او تكتسبها او تساهم بها ذرة العنصر اثناء التفاعل الكيميائي

تمرين (1-3)

عنصر كتلته الذرية 55.85 وتكافئه = 3 ماهي كتلته المكافئة ؟

ج / الكتلة المكافئة للعنصر = $\frac{\text{الكتلة الذرية للعنصر}}{\text{تكافؤ العنصر}} = \frac{55.85}{3} = \boxed{18.62}$

س/ **يحترق 1.2g من الكاربون مع كمية كافية من الاوكسجين مكونا 4.4g من ثنائي اوكسيد الكاربون . اوجد الكتلة الذرية للكاربون ، علما ان تكافؤه = 4 ؟**

ج / $\underset{1.2g}{C} + O_2 \longrightarrow \underset{4.4\ g}{CO_2}$

كتلة الاوكسجين = كتلة الاوكسيد (CO_2) – كتلة الكاربون (C)

$= 4.4g - 1.2\ g = 3.2g$

$\frac{\text{كتلة الكاربون}}{\text{كتلته المكافئة}} = \frac{\text{كتلة الاوكسجين}}{\text{كتلته المكافئة}}$

$\frac{1.2}{\text{كتلته المكافئة}} = \frac{3.2}{8}$

الكتلة المكافئة للكاربون = $\frac{8 \times 1.2}{3.2} = 3$

الكتلة الذرية لعنصر الكاربون = الكتلة المكافئة للكاربون × تكافؤ الكاربون

$= 3 \times 4 = \boxed{12}$

كثافة الغاز :

$\rho\ (g/L) = \frac{m\ (g)}{V\ (L)}$ — كثافة الغاز (رو)

(m: الكتلة ، V: الحجم)

- وحدة قياس الكثافة للغاز (g/L)
- وحدة قياس الكثافة للمواد الصلبة والسائلة (g/mL) او (g/cm^3)

علل / اتخاذ اللتر (L) كوحدة حجم لقياس كثافة الغاز ؟

ج / لان كتلة 1 مليلتر تكون صغيرة جداً يصعب التعامل بها عملياً .

> **ملاحظة** : تدعى الظروف التي يقاس عندها الغاز في درجة حرارة صفر درجة سيليزية (0C°) وضغط 1 جو (1mat) او 760 تور او 760 ملم زئبق بالظروف القياسية (ظ . ق)(STP).
>
> * STP مختصر (Standard Temparature Pressure).

مثال / اذا علمت ان كثافة غاز ما تساوي $0.7(g/L)$ ويشغل حجما مقداره $490\ cm^3$ عند STP ماهي كتلة هذا الغاز؟

ج / نحول وحدة الحجم سم3 الى وحدة اللتر $1\ L = 1000\ cm^3$

$$V(L) = \frac{1L}{1000\ cm^3} \times 490\ cm^3 = 0.490\ L$$

ولحساب كتلة الغاز:

$$m(g) = \rho(g/L) \times V(L)$$

$$= 0.7(g/L) \times 0.490(L) = 0.343\ g$$

تمرين (4-1)

اذا كانت كتلة غاز = 0.4g وتشغل حجما مقداره ربع لتر عند STP ماهي كثافته؟

ج/ $\rho(g/L) = \frac{m(g)}{V(L)} = \frac{0.4(g)}{\frac{1}{4}(L)} = 1.6\ g/L$

س/ ماهو مفهوم المول (n)؟

ج/ هو كمية المادة التي تحتوي على عدد افوكادرو (6.023×10^{23}) من الجسيمات (جزيئات او ذرات او ايونات) الذي يحتويه 12g من نظير الكاربون $12(^{12}C)$

المول هو الوحدة الفعلية لكمية المادة وهو غير الكتلة

امثلة /

- كتلة مول واحد من عنصر = الكتلة الذرية الغرامية = عدد أفوكادرو من الذرات
- كتلة مول واحد من ذرات نظير الكاربون $12 = 12g = 6.023\times10^{23}$ ذرة
- كتلة مول واحد من ذرات الفضة $= 107.8g = 6.023\times10^{23}$ ذرة
- كتلة مول واحد من (الجزيئات أو ايونات)= الكتلة المولية $= 6.023\times10^{23}$
- كتلة مول واحد من جزيئات $H_2 = (2\times1=2)g = 6.023\times10^{23}$ جزيئة
- كتلة مول واحد من أيونات $SO_4^{-2} = 96g = 6.023\times10^{23}$ أيون

F **لحساب عدد المولات (n) :**

عدد المولات (مول) (n) = الكتلة (غم) / الكتلة المولية (غم\ مول)

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$$

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$$

عدد المولات ← n، الكتلة ← m، الكتلة المولية ← M

الكتلة المولية M (molar mass)

هي الكتلة بالغرام لمول واحد من اي مادة (ذرات او جزيئات او ايونات) والمكافئة بالضبط الى 12g للمول الواحد من نظير الكاربون 12 ويساوي مجموع الكتل الذرية لذرات العناصر المختلفة في الجزيء الواحد .

الكتلة المولية للمادة = مجموع الكتل الذرية للذرات المكونة للمادة × نسب وجودها (عدد ذراتها)

ملاحظات :

1) تستخدم الكتلة المولية (الذرية) للعناصر احادية الذرية مثل Ag , S , Mg , Ne , He

2) تحسب الكتلة المولية (الوزن الجزيئي الغرامي سابقاً) للعناصر الغازية التي تكون بشكل جزيئات ثنائية الذرة (H_2 , Cl_2 , F_2 , O_2 , N_2) من العلاقة الاتية : **الكتلة المولية = 2× الكتلة الذرية**

مثل غاز O_2 فالكتلة المولية له = 32g = 16 X 2

مثال/ احسب الكتلة المولية لغاز الميثان CH_4

(صيغة ثانية للمثال) ماهي كتلة 1mol من غاز الميثان .

(صيغة ثالثة للمثال) احسب كتلة 6.023×10^{23} جزيء من غاز CH_4 .

ج / الكتلة المولية (M) لـ (CH_4) = كتلة مول واحد من C + كتلة 4 مول من H

= الكتلة الذرية لـ C × عدد ذراته + الكتلة الذرية لـ H × عدد ذراته

$= 12 \times 1 + 1 \times 4$

$= 12 + 4 = \boxed{16g}$

∴ مول واحد من CH_4 كتلته 16g وتحتوي 6.023×10^{23} جزيء ميثان .

مثال/ احسب الكتلة المولية لحامض الكبريتيك H_2SO_4.

ج/ الكتلة المولية (M) لـ H_2SO_4 = كتلة 2 مول من H + كتلة 1 مول من S + كتلة 4 مول من O

= الكتلة الذرية لـ H × عدد ذراته + الكتلة الذرية لـ S × عدد ذراته + الكتلة الذرية لـ O × عدد ذراته

$M = 2 \times 1 + 1 \times 32 + 4 \times 16$

$= 2 + 32 + 64$

كتلة مول واحد من H_2SO_4 = $\boxed{98\ g}$ =

∴ مول واحد من H_2SO_4 يحتوي 6.023×10^{23} جزيء H_2SO_4 وكتلته 98g

مثال/ يحتوي مول واحد من الماء 6.023×10^{23} H_2O جزيء ماء وكتلته ($2\times1 + 16 = 18g$)

و (2H) تحتوي ($2 \times 6.023\times10^{23}$) ذرة هيدروجين و (1) يحتوي 6.023×10^{23} ذرة اوكسجين .

ملاحظة / يحتوي مول واحد من غاز الاوكسجين O_2 6.023×10^{23} جزيء اوكسجين وكتلته ($2\times16 = 32\ g$)

مثال/ جد الكتلة المولية للمركبات الاتية : أ) كبريتات الصوديوم المائية $Na_2SO_4.7H_2O$
ب) الجلكون $C_{10}H_6O_3$ جـ) ثنائي اوكسيد الكبريت SO_2 . علما ان الكتل الذرية (ك . ذ)
C=12 , H=1 , O=16 , S=32 , Na=23

ج/ أ- $M(Na_2SO_4.7H_2O) = (2\times23)+(1\times32)+(4\times16)+7(2\times1+1\times16) = \boxed{268\ g/mol}$

ب- $M(C_{10}H_6O_3) = (10\times12)+(6\times1)+(3\times16) = \boxed{174\ g/mol}$

جـ- $M(SO_2) = (1\times32)+(2\times16) = \boxed{64\ g/mol}$

مثال/ كم عدد المولات الموجودة في : أ) 9.6g من ثنائي اوكسيد الكبريت SO_2.
ب) 85g من غاز الامونيا NH_3 . علما ان الكتلة الذرية H=1 , N=14 , O=16 , S=32

ج/ أ) نحسب الكتلة المولية لـ SO_2 $M(SO_2) = (1\times32)+(2\times16) = 64\ g/mol$

لحساب عدد المولات SO_2 $n_{(mol)} = \frac{m\ (g)}{M(g/mol)} = \frac{9.6\ (g)}{64\ (g/mol)} = \boxed{0.15\ mol}$

ب) نحسب الكتلة المولية لـ NH_3 $M(NH_3) = (1\times14)+(3\times1) = 17\ g/mol$

لحساب عدد المولات : NH_3 $n_{(mol)} = \frac{m\ (g)}{M(g/mol)} = \frac{85\ (g)}{17\ (g/mol)} = \boxed{5\ mol}$

مثال/ احسب الكتلة الموجودة في 0.7mol من ثنائي اوكسيد المنغنيز (MnO_2)
علما ان الكتل الذرية Mn = 55 , O = 16

ج/ لحساب الكتلة المولية لـMnO_2 $M(MnO_2) = (1\times55)+(2\times16) = 87\ g/mol$

$m\ (g) = n(mol)\times M(g/mol) \rightarrow m\ (g) = 0.7 mol\times87 g/mol = \boxed{60.9\ g}$ MnO_2

تمرين (5-1)

أ) ماهي كتلة النتروجين المحتويه على 0.04 mol من N_2 ؟

ب) ماهو عدد مولات PCl_5 الموجودة في 5.6g من PCl_5 ؟

جـ) احسب الكتلة المولية لغاز يحتوي 0.23mol منه على كتلة 22.54g
علما ان الكتل الذرية لـ (P = 31 , Cl = 35.5 , N = 14)

ج/ أ- $M(N_2) = (2\times14) = \boxed{28\ g/mol}$

$$n(mol) = \frac{m\ (g)}{M(g/mol)}$$

$$m\ (g) = n(mol)\times M(g/mol)$$

كتلة النتروجين $= 0.04\times28 = \boxed{1.12\ g}$

ب) $M(PCl_5) = 31 + (5\times35.5) = \boxed{208.5\ g/mol}$

$n(mol) = \frac{5.6\ (g)}{208.5\ (g/mol)} = \boxed{0.027\ mol}$ PCl_5

ج) $M(g/mol) = \frac{m\ (g)}{n(mol)}$

$M = \frac{22.54\ (g)}{0.23\ (mol)} = \boxed{98\ g/mol}$

عدد المولات = عدد الجسيمات (جزيئات أو ذرات أو أيونات) / عدد افوكادرو من الجسيمات

أي ان : عدد الذرات = عدد المولات × عدد افوكادرو من الذرات

عدد الجزيئات = عدد المولات × عدد افوكادرو من الجزيئات

عدد الايونات = عدد المولات × عدد افوكادرو من الايونات

لايجاد عدد ذرات عنصر في مركب :

عدد ذرات عنصر في مركب = عدد ذرات العنصر في جزيئة واحدة من المركب × عدد جزيئات المركب

او / عدد ذرات عنصر في مركب = عدد ذرات العنصر في جزيئة واحدة من المركب × عدد مولات المركب × عدد افوكادرو

- عدد الجزيئات لمادة في مركب = عدد جزيئات المادة في جزيئة واحدة من المركب × عدد جزيئات المركب
- عدد الايونات في مركب = عدد الايونات في جزيئة واحدة من المركب × عدد جزيئات المركب

مثال/ احسب / أ) عدد مولات 3.01×10^{25} جزيء ماء .

ب) عدد الجزيئات في 0.02 mol من ثنائي اوكسيد الكاربون CO_2

ج / أ) عدد المولات = عدد الجزيئات / N_A عدد افوكادرو من الجزيئات

$= \frac{3.01 \times 10^{25}}{6.023 \times 10^{23}} = \boxed{50\ mol}$ ماء

توضيح

$= \frac{3.01 \times 10^{25}}{6.023 \times 10^{23}}$
$= 0.5 \times 10^{25} \times 10^{-23}$
$= 0.5 \times 10^{2}$
$= 0.5 \times 100 = \boxed{50\ mol}$

ب) عدد الجزيئات = عدد المولات × عدد افوكادرو من الجزيئات .

$= 0.02 \times 6.023 \times 10^{23} = 0.12 \times 10^{23} = \boxed{1.2 \times 10^{22}}$ جزيء (CO_2)

مثال / احسب عدد الجزيئات الموجودة في 170g من غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S

علما ان (ك . ذ) S=32 , H=1

ج/ $M(H_2S) = (2 \times 1) + 32 = \boxed{34\ g/mol}$

$n(mol) = \frac{m\ (g)}{M(g/mol)} = \frac{170\ (g)}{34\ (g/mol)} = \boxed{5\ mol}\ H_2S$

عدد الجزيئات = عدد المولات × عدد افوكادرو من الجزيئات

$= 5 \times 6.023 \times 10^{23} = \boxed{3.01 \times 10^{24}}$ جزيء H_2S

تمرين (1-6)

كم عدد جزيئات ثنائي اوكسيد السليكون SiO_2 الموجودة في حبة رمل كتلتها 1mg على فرض ان حبة الرمل تحتوي على 100% SiO_2 النقي علما ان الكتل الذرية لـ (Si = 28 , O = 16)

ج/ لايجاد عدد جزيئات SiO_2 يجب استخراج عدد مولات SiO_2 .

$$M(SiO_2) = (1\times 28) + (2\times 16) = \boxed{60\ g/mol}$$

لتحويل mg الى g (1g = 1000 mg) :

$$m(g) = \frac{1g}{1000\ mg}\times 1\ mg = \frac{1g}{1000} = \boxed{0.001\ g}$$

$$n(mol) = \frac{m\ (g)}{M(g/mol)} = \frac{0.001\ (g)}{60\ (g/mol)} = 16.7\times 10^{-6}\ mol$$

عدد الجزيئات = عدد المولات × عدد افوكادرو من الجزيئات

$$= (16.7\times 10^{-6}\ mol) \times (6.023\times 10^{23}\ \frac{\text{جزيئة}}{mol}) = \boxed{12\times 10^{18}}\ \text{جزيء}\ SiO_2$$

النسبة المئوية لعنصر في مركب

توجد طريقتان لوصف التراكيب الجزيئية للمركبات أولها معرفة عدد الذرات لكل عنصر الداخلة في تركيب المركب وثانيهما معرفة النسب المئوية بدلالة كتل العناصر الداخلة في هذا التركيب. اي عدد غرامات العنصر في 100g من المركب ، وعليه يمكن ايجاد النسبة المئوية لكل عنصر يدخل في تكوين المركب وكما ياتي :

(أ) ايجاد الكتلة المولية للمركب في صيغته الجزيئية .

(ب) تعيين واجاد كتلة كل عنصر في جزيء المركب ، أي حاصل ضرب الكتلة الذرية لكل عنصر × عدد ذراته

(جـ) استخراج النسبة المئوية للعنصر في المركب حسب العلاقة الاتية :

النسبة المئوية (%) للعنصر في المركب =	$\frac{\text{الكتلة الذرية للعنصر} \times \text{عدد ذرات العنصر}}{\text{الكتلة المولية للمركب}}$	× 100%

امثلة / ك . ذ (C = 12 , H = 1 , O = 16)

① **احسب النسبة المئوية لكل من الكاربون والهيدروجين والاوكسجين في مركب خلات الايزو بنتيل ($C_7H_{14}O_2$)**

ج/ % للعنصر في مركب = $\frac{\text{الكتلة الذرية للعنصر} \times \text{عدد ذرات العنصر}}{\text{الكتلة المولية للمركب}}$ × 100%

$$M(C_7H_{14}O_2) = (7\times 12)+(1\times 14) + (2\times 16) = \boxed{130\ g/mol}$$

$$C\% = \frac{7\times 12}{130}\times 100\% = \boxed{64.61\ \%}$$

$$H\% = \frac{14\times 1}{130}\times 100\% = \boxed{10.77\ \%}$$

$$O\% = \frac{2 \times 16}{130} \times 100\% = \boxed{24.62\ \%}$$

يلاحظ ان مجموع النسب المئوية للعناصر المكونة للمركبات تساوي 100%

$(100\% = 24.62\% + 10.77\% + 64.61\%)$

② ما النسبة المئوية للعناصر الموجودة في حامض الاوكزاليك $(H_2C_2O_4)$ ؟
وما النسبة المئوية لماء التبلور في بلورات حامض الاوكزاليك المائي .
صيغته الجزيئية هي $(H_2C_2O_4)2H_2O$ ؟

ج/ % للعنصر في مركب = $\frac{\text{الكتلة الذرية للعنصر} \times \text{عدد ذراته}}{\text{الكتلة المولية للمركب}}$ × 100%

$$M_{(H_2C_2O_4)} = (2\times1)+(2\times12) + (4\times16) = \boxed{90\ g/mol}$$

$$C\% = \frac{2 \times 12}{90} \times 100\% = \boxed{26.67\ \%}$$

$$H\% = \frac{2 \times 1}{90} \times 100\% = \boxed{2.22\ \%}$$

$$O\% = \frac{4 \times 16}{90} \times 100\% = \boxed{71.11\ \%}$$

لايجاد النسبة المئوية لماء التبلور في $H_2C_2O_4.2H_2O$

$$M(H_2C_2O_4.2H_2O) = (2\times1)+(2\times12) + (4\times16) + 2(2\times1 + 16) = \boxed{126\ g/mol}$$

لايجاد النسبة المئوية لماء التبلور : $M(H_2O) = (2\times1)+ 16 = 18\ g/mol$

$$H_2O\% = \frac{2 \times 18}{126} \times 100\% = \boxed{28.57\ \%}$$

تمرين (1-7)

احسب النسبة المئوية للعناصر الموجودة في حامض الخليك (CH_3COOH)

ج/ $M(CH_3COOH) = (1\times12)+(3\times1) + (1\times12) + (1\times16)+(1\times16) + (1\times1)$

$= \boxed{60\ g/mol}$ أو $(C_2H_4O_2)$

% للعنصر في مركب = $\frac{\text{الكتلة الذرية للعنصر} \times \text{عدد ذراته}}{\text{الكتلة المولية للمركب}}$ × 100%

$$C\% = \frac{2\times12}{60} \times 100\% = \boxed{40\ \%} \quad , \quad H\% = \frac{4 \times 1}{60} \times 100\% = \boxed{6.67\ \%}$$

$$O\% = \frac{2 \times 16}{60} \times 100\% = \boxed{53.33\ \%}$$

ان مجموع النسب المئوية للعناصر المكونة لـ CH_3COOH = 100%

كتلة العنصر في كتلة معينة لمركب

كتلة العنصر = $\frac{\text{الكتلة الذرية للعنصر} \times \text{عدد ذراته في المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}}$ × كتلة النموذج

امثلة / ك . ذ للعناصر / ((Cu =64),(S =32),(H=1),(Na=23),(Ca=40),(P=31),(O=16)

① احسب كتلة الكالسيوم الموجودة في 20g من فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ ؟

ج/ كتلة الكالسيوم= $\frac{\text{الكتلة الذرية للكالسيوم} \times \text{عدد ذراته في المركب}}{\text{الكتلة المولية لفوسفات الكالسيوم}}$ × كتلة فوسفات الكالسيوم

$$M(Ca_3(PO_4)_2) = (3\times40)+2\,(1\times31 + 4\times16) = \boxed{310\ g/mol}$$

كتلة الكالسيوم = $\left(\frac{3\times40}{310}\right) \times 20 = \boxed{7.74\ g}$

② 10g من بلورات كبريتات النحاس II المائية $CuSO_4.5H_2O$

احسب (أ) كتلة النحاس الموجودة في النموذج (ب) كتلة الماء (ماء التبلور) في النموذج

(جـ) عدد ذرات O في النموذج (د) عدد جزيئات (H_2O) في النموذج

ج/ (أ) $M(CuSO_4.5H_2O) = (1\times64) + (1\times32) + (4\times16) + 5(2\times1 + 1\times16) = \boxed{250\ g/mol}$

كتلة النحاس = $\frac{\text{الكتلة الذرية للنحاس} \times \text{عدد ذراته}}{\text{الكتلة المولية لكبريتات النحاس المائية}}$ × كتلة النموذج

$= 10 \times \left(\frac{1\times64}{250}\right) = \boxed{2.56\ g}$

(ب) الكتلة المولية للماء $= (1\times 2) + 16 = \boxed{18\ g/mol}\ (H_2O)$

كتلة ماء التبلور في 10g من النموذج = $10 \times \left(\frac{5\times18}{250}\right) = \boxed{3.6\ g}$

(جـ) الطريقة الاولى / كتلة الاوكسجين في النموذج $CuSO_4.5H_2O$

= $\frac{\text{الكتلة الذرية للاوكسجين} \times \text{عدد ذراته في النموذج}}{\text{الكتلة المولية لكبريتات النحاس المائية}}$ × كتلة النموذج

$= 10 \times \left(\frac{(4 + 5\times1) \times 16}{250}\right) = \boxed{5.76\ g}$

$$n(O) = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} = \frac{5.76\ g}{16\ g/mol} = \boxed{0.36\ mol}$$

عدد ذرات O = عدد المولات × عدد افوكادرو من الذرات

$= 0.36 \times 6.02 \times 10^{23} = \boxed{2.167 \times 10^{23}}$ ذرة

الطريقة الثانية :

$$n_{(CuSO_4.5H_2O)} = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} = \frac{10\ g}{250\ g/mol} = \boxed{0.04\ mol}$$

عدد ذرات O في النموذج = عدد ذرات O في جزيئة واحدة من المركب × عدد مولات المركب × عدد افوكادرو

$= 9 \times 0.04 \times 6.02 \times 10^{23} = \boxed{2.167 \times 10^{23}}$ ذرة O

(د) **الطريقة الاولى :**

عدد جزيئات H_2O في النموذج = عدد جزيئات H_2O في جزيئة واحدة من المركب × عدد مولات المركب × عدد افوكادرو

$$= 5 \times 0.04 \times 6.02 \times 10^{23} = \boxed{1.2 \times 10^{23}} \text{ جزيء } H_2O$$

الطريقة الثانية : كتلة H_2O في النموذج $= 16 + (1 \times 2) = \boxed{3.6\ g}$

$$n_{(H_2O)} = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} = \frac{3.6\ g}{18\ g/mol} = \boxed{0.2\ mol}$$

عدد جزيئات H_2O في النموذج = عدد المولات × عدد افوكادرو من الجزيئات

$$= 0.2 \times 6.02 \times 10^{23} = \boxed{1.2 \times 10^{23}} \text{ جزيء } H_2O$$

تمرين (1-8)

احسب كتلة الصوديوم وكتلة الماء الموجودة في 25g من كاربونات الصوديوم المائية $Na_2CO_3.10H_2O$ علما ان ك.ذ.ـ (Na=23),(C=12),(O=16),(H=1) ؟

ج/ $M(Na_2CO_3.10H_2O) = (2 \times 23) + (1 \times 12) + (3 \times 16) + 10(2 \times 1 + 1 \times 16)$

$$= 46 + 12 + 48 + 180 = \boxed{286\ g/mol}$$

كتلة الصوديوم $= 25 \times \left(\frac{2 \times 23}{286}\right) = 25 \times 0.16 = \boxed{4\ g}$

كتلة الماء الموجود في 25g من النموذج $= 25 \times \left(\frac{10 \times 18}{286}\right) = \boxed{15.73\ g}$

الصيغ الكيميائية : CHEMICAL FORMULA

يمثل التركيب الكيميائي للمركبات ب " صيغ "والتي هي مجموعة رموز العناصر المكونة لها مع عدد ذرات تلك العناصر في الجزيء الواحد ويمكن التعبير عن تركيب مادة كيميائية معلومة بصيغ مختلفة

الصيغة الوضعية/ ابسط صيغة للمركب الكيميائي والتي تبين الاعداد النسبية لذرات العناصر المختلفة المكونة لها

امثلة /

1. جزيء واحد من البنزين C_6H_6 يتكون من 6 ذرات C و 6 ذرات H والمضاعفات لها (القاسم المشترك الاعظم) هو العدد 6 وبقسمة عدد ذرات C و H على 6 نحصل على الصيغة الوضعية لجزيئة البنزين CH.
2. جزيء الماء H_2O يتكون من 2H و O فالصيغة الوضعية للماء H_2O.
3. في جزيء سكر الكلوكوز $C_6H_{12}O_6$ القاسم المشترك الاعظم هو العدد 6 وبقسمة عدد الذرات على 6 فالصيغة الوضعية للكلوكوز هي CH_2O.

كيفية ايجاد الصيغة الوضعية للمركبات:

① تعيين العناصر الداخلة والمشتركة في تركيب المركب بطرق التحليل الكيميائي .

② تحسب كتل العناصر الداخلة في تركيب كتل معينة من المركب او تحسب بشكل نسبة مئوية

③ تقسم كل كتلة او نسبة مئوية لعنصر على كتلته الذرية للحصول على نسب عدد الذرات

اي ان :

نسبة عدد ذرات العنصر = كتلة العنصر او النسبة المئوية للعنصر / كتلته الذرية

مهمة في حل المسائل

④ تقسم نسبة عدد ذرات العنصر على اصغر نسبة منها للحصول على ابسط نسبة لعدد الذرات

اي ان **ابسط نسبة لعدد ذرات العنصر = نسبة عدد ذرات كل عنصر / اصغر نسبة**

ومن ذلك نستنتج الصيغة الوضعية للمادة (ابسط صيغة) .

مثال / وجد ان الغازات يتكون من 20% هيدروجين و80% كاربون جد الصيغة الوضعية للغاز . علما ان ك . ذ لـ (C=12, H=1)

ج/1) نقسم كل نسبة مئوية للعنصر على كتلته الذرية لأيجاد نسبة عدد ذرات كل عنصر .

نسبة عدد ذرات العنصر = النسبة المئوية للعنصر / كتلته الذرية

نسبة عدد ذرات الهيدروجين = $\frac{20}{1} = 20$

نسبة عدد ذرات الكاربون = $\frac{80}{12} = 6.6$

2) نقسم نسب عدد ذرات كل عنصر (**النسب اعلاه**) على اصغرها نسبة لايجاد ابسط نسبة لعدد ذرات العنصر . (نقرب لاقرب عدد صحيح)

ابسط نسبة لعدد ذرات العنصر = نسبة عدد ذرات كل عنصر / أصغر نسبة

أبسط نسبة لعدد ذرات الهيدروجين = $\frac{20}{6.6} = 1$

أبسط نسبة لعدد ذرات الكاربون = $\frac{6.6}{6.6} = 1$

∴ الصيغة الوضعية للغاز هي CH_3 .

مثال / الكوليستيرول مركب عضوي ، يوجد تقريبا في جميع انسجة الجسم وهو المسؤول عن مرض تصلب الشرايين يتكون من 83.87% كاربون و 11.99% هيدروجين و 4.14% اوكسجين ، اوجد الصيغة الوضعية للكوليستيرول . علما ان ك . ذ لـ (O=16,C=12, H=1)

ج/ 1) نقسم كل نسبة مئوية للعنصر على كتلته الذرية لايجاد نسبة عدد ذرات كل عنصر

نسبة عدد ذرات الهيدروجين H = $\frac{11.99}{1} = 11.9$

نسبة عدد ذرات الكاربون C = $\frac{83.87}{12} = 6.989$

نسبة عدد ذرات الاوكسجين O = $\frac{4.14}{16} = 0.258$

2) نقسم النسب السابقة على اصغرها نسبة للحصول على ابسط نسبة لعدد ذرات العنصر (نقرب لأقرب عدد صحيح)

أبسط نسبة لعدد ذرات الهيدروجين H = $\frac{11.99}{0.258} = 46$

أبسط نسبة لعدد ذرات الكاربون C = $\frac{6.989}{0.258} = 27$

أبسط نسبة لعدد ذرات الاوكسجين O = $\frac{0.258}{0.258} = 1$

الصيغة الوضعية للكوليستيرول هي $C_{27}H_{46}O$

تمرين (1-9)

في اغلب الاحيان تستعمل الصيغة البيضاء في عملية الطلاء (الدهان) والتي تحتوي على التيتانيوم والاوكسجين فقط ، حيث تتكون من 59.9% جزءا بالكتلة تيتانيوم ، اوجد الصيغة الوضعية لهذه الصيغة . علما ان ك . ذ (Ti = 48 , O = 16)

ج / (النسبة المئوية للاوكسجين) 100% − 59.9 = 40.1%

1) نسبة عدد ذرات العنصر = % لكتلة العنصر / الكتلة الذرية للعنصر

نسبة عدد ذرات التيتانيوم $Ti = \frac{59.9}{48} = 1.2$

نسبة عدد ذرات الاوكسجين $O = \frac{40.1}{16} = 2.5$

2) نقسم النسب السابقة على اصغرها ونقرب الى اقرب عدد صحيح للحصول على ابسط نسبة لعدد ذرات العنصر

ابسط نسبة لعدد ذرات التيتانيوم $Ti = \frac{1.2}{1.2} = 1$

ابسط نسبة لعدد ذرات الاوكسجين $O = \frac{2.5}{1.2} = 2$

∴ الصيغة الوضعية لاوكسيد التيتانيوم هي TiO_2

تمرين (1-10)

نفترض انك كيميائي ، وقد دعيت لتحديد الصيغة الوضعية لعقار طبي ، فعند حرقه وجد ان نتائج الحرق توضح ان هذا العقار الطبي يحتوي على 74.27% كاربون و 7.47% هيدروجين و 12.99% نيتروجين و 4.95% اوكسجين . ماهي ابسط صيغة لهذا العقار الطبي . علما ان ك . ذ لـ (O=16 , N=14 , H=1 , C=12)

ج / 1)

نسبة عدد ذرات العنصر = % لكتلة العنصر / الكتلة الذرية للعنصر

نسبة عدد ذرات الكاربون $C = \frac{74.27}{12} = 6.189$

نسبة عدد ذرات الهيدروجين $H = \frac{7.47}{1} = 7.470$

نسبة عدد ذرات النتروجين $N = \frac{12.99}{14} = 0.927$

نسبة عدد ذرات الاوكسجين $O = \frac{4.95}{16} = \boxed{0.309}$

2) نقسم النسب السابقة على اصغرها نسبة ونقرب لاقرب عدد صحيح للحصول على ابسط نسبة لعدد ذرات العنصر

أبسط نسبة عدد ذرات الكاربون $C = \frac{6.189}{0.309} = 20$

أبسط نسبة عدد ذرات الهيدروجين $H = \frac{7.47}{0.309} = 24$

أبسط نسبة عدد ذرات النتروجين $N = \frac{0.927}{0.309} = 3$

أبسط نسبة عدد ذرات الاوكسجين $O = \frac{0.309}{0.309} = 1$

الصيغة الوضعية لهذا العقار الطبي (ابسط صيغة) $C_{20}H_{24}N_3O$

الصيغة الجزيئية MOLECULAR FORMULA :

هي الصيغة الكيميائية التي تبين العدد الحقيقي لذرات العناصر المشتركة في تركيب جزيء واحد من المادة .

مثال / الجزيء الواحد من الايثان يتكون من 2 ذرة كاربون و 6 ذرات هيدروجين فصيغته الجزيئية هي C_2H_6 وصيغته الوضعية CH_3 وبالتالي فان صيغته الجزيئية اكبر من صيغته الوضعية بمرتين.

ملاحظة / يمكن ان تكون الصيغة الجزيئية للمادة هي نفسها الصيغة الوضعية كما في الماء H_2O وثنائي اوكسيد الكاربون CO_2

وبذلك : الصيغة الجزيئية = الصيغة الوضعية × وحدات الصيغة الوضعية

كيفية ايجاد الصيغة الجزيئية للمادة بدلالة صيغتها الوضعية:

1. نستخرج الصيغة الوضعية للمادة كما ذكر سابقا.
2. نحسب الكتلة المولية للصيغة الوضعية التي تساوي مجموع الكتل الذرية لعناصرها
3. ايجاد الكتلة المولية للمادة. (الصيغة الجزيئية)
4. تقسيم الكتلة المولية للصيغة الجزيئية على الكتلة المولية للصيغة الوضعية لنحصل على وحدات الصيغة الوضعية.

اي ان : وحدات الصيغة الوضعية = $\frac{\text{الكتلة المولية للصيغة الجزيئية}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الوضعية}}$

5. ثم يضرب حاصل القسمة (**وحدات الصيغة الوضعية**) في الصيغة الوضعية للحصول على الصيغة الجزيئية.

أي ان : الصيغة الجزيئية = الصيغة الوضعية × وحدات الصيغة الوضعية

مثال / حامض عضوي كتلته المولية =60g/mol ويحتوي على 40% كاربون و 6.7% هيدروجين والباقي اوكسجين فاوجد الصيغة الجزيئية للحامض العضوي . علما ان ك. ذ لـ (C=12 , O=16 , H = 1)

ج/ (النسبة المئوية للاوكسجين) $100 - (40 + 6.7) = 53.3\%$

1) نسبة عدد ذرات العنصر = $\frac{\text{\% للعنصر}}{\text{كتلته الذرية}}$

نسبة عدد ذرات الكاربون = $\frac{40}{12} = \boxed{3.3}$

نسبة عدد ذرات الهيدروجين = $\frac{6.7}{1} = 6.7$

نسبة عدد ذرات الاوكسجين = $\frac{53.3}{16} = \boxed{3.3}$

2) ابسط نسبة عدد ذرات العنصر = $\frac{\text{نسبة عدد ذرات كل عنصر}}{\text{اصغرها نسبة}}$

أبسط نسبة عدد ذرات الكاربون C = $\frac{3.3}{3.3} = 1$

أبسط نسبة عدد ذرات الهيدروجين H = $\frac{6.7}{3.3} = 2$

أبسط نسبة عدد ذرات الاوكسجين O = $\frac{3.3}{3.3} = 1$

الصيغة الوضعية (أبسط صيغة) للحامض العضوي هي CH_2O

تحسب الكتلة المولية للصيغة الوضعية CH_2O: $M(CH_2O) = (1\times12) + (2\times1) + (1\times16) = 30$ g/mol

وحدات الصيغة الوضعية = $\frac{\text{الكتلة المولية للصيغة الجزيئية}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الوضعية}} = \frac{60}{30} = 2$

الصيغة الجزيئية = الصيغة الوضعية × وحدات (مضاعفات) الصيغة الوضعية

= CH_2O × 2

∴الصيغة الجزيئية هي $C_2H_4O_2$(CH_3COOH)

حامض الخليك

مثال / مركب عضوي صيغته الوضعية C_2H_4O وكتلته المولية 88g/mol. اوجد صيغته الجزيئية .

علما ان ك . ذ لـ (C=12 , O=16 , H = 1)

ج/ $M(C_2H_4O) = (2\times12) + (4\times1) + (1\times16) =$ **44g/mol**

وحدات الصيغة الوضعية = $\frac{\text{الكتلة المولية للصيغة الجزيئية}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الوضعية}} = \frac{88}{44} = 2$

الصيغة الجزيئية = الصيغة الوضعية × وحدات الصيغة الوضعية

= C_2H_4O × 2

∴الصيغة الجزيئية هي $C_4H_8O_2$

تمرين (1-11)

الكافيين مادة منبهة موجودة في القهوة والشاي والشكولاته ، تحتوي 49.48%كاربون و 5.15%هيدروجين و 28.87% نتروجين و 16.49% أوكسجين فاذا علمت ان كتلتها المولية 194g/mol فاوجد الصيغة الجزيئية للكافيين .

علما ان ك . ذ لـ (C=12 , O=16 , H = 1 , N = 14)

ج/1) نسبة عدد ذرات العنصر= $\frac{\text{النسبة المئوية للعنصر}}{\text{كتلته الذرية}}$

نسبة عدد ذرات الكاربون $C = \frac{49.48}{12} = 4.123$

نسبة عدد ذرات الهيدروجين $H = \frac{5.15}{1} = 5.150$

نسبة عدد ذرات النتروجين $N = \frac{28.87}{14} = 2.062$

نسبة عدد ذرات الاوكسجين $O = \frac{16.49}{16} = 1.031$

2) ابسط نسبة عدد ذرات العنصر= $\frac{\text{نسبة عدد ذرات كل عنصر}}{\text{اصغرها نسبة}}$ ونقرب لاقرب عدد صحيح

أبسط نسبة عدد ذرات الكاربون $C = \frac{4.123}{1.031} = 4$

أبسط نسبة عدد ذرات الهيدروجين $H = \frac{5.150}{1.031} = 5$

أبسط نسبة عدد ذرات النتروجين $N = \frac{2.062}{1.031} = 2$

أبسط نسبة عدد ذرات الاوكسجين $O = \frac{1.031}{1.031} = 1$

∴ الصيغة الوضعية هي $C_4H_5N_2O$

$$M(C_4H_5N_2O) = (4\times12) + (5\times1) + (2\times14) + (1\times16)$$

$$= 48 + 5 + 28 + 16 = 97\ g/mol$$

وحدات الصيغة الوضعية = الكتلة المولية للصيغة الجزيئية / الكتلة المولية للصيغة الوضعية = $\frac{194}{97} = 2$

الصيغة الجزيئية = الصيغة الوضعية × وحدات الصيغة الوضعية

= $C_4H_5N_2O$ × 2

∴ الصيغة الجزيئية للكافيين هي $C_8H_{10}N_4O_2$

س/ مركب عضوي كتلته المولية (16g/mol) يتكون من الكاربون والهيدروجين وعند اخذ كتلة معينة منه وجد ان كتلة الكاربون فيه يبلغ 0.75g والهيدروجين 0.25g . جد صيغته الجزيئية اذا علمت ان ك . ذ لـ (C=12 , H = 1)؟

ج/ نسبة عدد ذرات الكاربون C = $\frac{0.75}{12}$ = 0.0625

نسبة عدد ذرات الهيدروجين H = $\frac{0.25}{1}$ =0.25

2) أبسط نسبة عدد ذرات C = $\frac{0.0625}{0.0625}$ = 1

أبسط نسبة عدد ذرات H = $\frac{0.25}{0.0625}$ = 4

∴ الصيغة الوضعية هي CH_4

الكتلة المولية (M) للصيغة الوضعية $CH_4 = (12\times1) + (1\times4) = 16\ g/mol$

وحدات الصيغة الوضعية CH_4 = الكتلة المولية للصيغة الجزيئية / الكتلة المولية للصيغة الوضعية = $\frac{16}{16} = 1$

الصيغة الجزيئية = الصيغة الوضعية × وحدات الصيغة الوضعية

= CH_4 × 1

∴ الصيغة الجزيئية هي نفسها الصيغة الوضعية CH_4

مفاهيم اساسية

- **قانون حفظ الكتلة**

المادة لاتفنى ولا تستحدث من العدم.

- **قانون التراكيب الثابتة**

جميع العينات لمركب معين تمتلك نفس النسب من العناصر المكونة له.

- **فرضية أفوكادرو**

تحتوي الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة على نفس العدد من الجزيئات فيما اذا قيست تحت نفس الظروف من ضغط ودرجة حرارة.

- **التكافؤ Valency**

عدد الالكترونات الموجودة في الغلاف الخارجي لذرة العنصر والتي تستطيع فقدها أو اكتسابها أو الاشتراك بها أثناء التفاعل الكيميائي.

- **وحدةالكتلة الذرية Atomic mass unit**

كتلة الذرة الواحدة بوحدات الكتلة الذرية.

- **الصيغة الكيميائية Chemical Formula**

صيغة تبين عدد ذرات العناصر في المركب الكيميائي

- **الصيغة الوضعية Empirical Formula**

أبسط صيغة للمركب الكيميائي والتي تبين الأعداد النسبية لذرات العناصر المختلفة المكونة له.

- **الصيغة الجزيئية Molecular Formule**

صيغة تبين العدد الحقيقي لذرات العناصر في جزيء واحد من المركب.

- **عدد أفوكادرو Avogadro's Number (NA)**

عدد الأشياء (ذرات او جزيئات او جسيمات او أيونات) في مول واحد من المادة ويساوي 6.023×1023 .

- **الكتلة المولية Molar Mass**

هي الكتلة بالغرام لمول واحد من الذرات أو الجزيئات (ويساوي مجموع الكتل الذرية لذرات العناصر المختلفة في الجزيء الواحد) ووحدته هي (غم/مول) (g/mol)

- **المول mole**

كمية المادة التي تحتوي على عدد أفوكادرو من الأشياء(ذرات او جزيئات او أيونات او جسيمات.)

اسئلة الفصل الاول وحلولها

ملاحظة : ك . ذ للعناصر

H = 1	O = 16	C = 12	N = 14	Ag = 108
Fe = 56	Na = 23	P = 31	S = 12	Cu = 63
Sr = 67.6	Cl = 35.5	Zn = 65	K = 39	F = 19
Ca = 40	Al = 27	Mg = 24		

س1/ ماهي فرضيات نظرية دالتون الذرية وماعلاقتها بقانون حفظ الكتلة

ج/1) ان المادة تتكون من دقائق غير قابلة للتجزئة تسمى ذرات .

2) ان الذرات لاتفنى ولايمكن تخليقها وهذه الفرضية تفسر قانون حفظ الكتلة

(ان مجموع كتل المواد المتفاعلة = مجموع كتل المواد الناتجة من التفاعل) .

3) ذرات العنصر الواحد متشابهة في كافة خواصها الفيزيائية والكيميائية وتختلف عن ذرات العناصر الاخرى

4) تتكون الذرات المركبة من اتحاد ذرات العناصر بنسب عددية بسيطة.

س2/ عند تفاعل مزيج من غاز H_2 وغاز الكلور Cl_2 كان الغاز الناتج محتويا على نسب ثابتة من العناصر المكونة له بغض النظر عن كميات الغازين H_2 و Cl_2 المتفاعلة . كيف تفسر النتائج الحاصلة على ضوء قانون النسب الثابتة ؟

ج / $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$

حسب فرضية افوكادرو ان عدد ثابت من الذرات تتحد من كل عنصر لتكوين جزيء لمركب وعلى نفس النهج تتكون جزيئات أخرى لنفس المركبات ولكون عدد العناصر في كل جزيء هو ثابت فهو يتوافق مع قانون النسب الثابتة كما ياتي:

$$\frac{\text{كتلة العنصر المستهلكة في التفاعل}}{\text{كتلة العنصر الاخر المستهلكة في التفاعل}} = \text{مقدار ثابت لايتغير}$$

اي ان نسبة $\frac{\text{كتلة H}}{\text{كتلة Cl}}$ = مقدار ثابت مهما كانت الكميات الاولية لعنصري H و Cl المتفاعلة

س3/ عينتان من كلوريد الصوديوم تم تفكيكها الى عناصرها المكونة لها. أحتوت العينة الاولى على (4.65g) من الصوديوم و(7.16g) من الكلور بينما احتوت العينة الثانية على (7.45g) من الصوديوم و(11.5g) من الكلور بين هل هذه النتائج تتطابق مع قانون التراكيب الثابتة

ج / نسبة كتلة الكلور الى الصوديوم في العينة الاولى = $\frac{7.16g\ (Cl)}{4.65g\ (Na)} = \boxed{1.5}$

نسبة كتلة الكلور الى الصوديوم في العينة الثانية = $\frac{11.5g\ (Cl)}{7.45g\ (Na)} = \boxed{1.5}$

وبما ان النسبة هي نفسها للعينتين (أي ثابتة)

اذن هذه النتائج تتطابق مع قانون التراكيب الثابتة

س4/ نسبة كتلة الصوديوم الى كتلة الفلور في فلوريد الصوديوم (1.21) أحتوت عينة من فلوريد الصوديوم (34.5g) من الصوديوم عند تفككها .ما مقدار الفلور (بالغرامات) الذي ستحتويه العينة؟

ج/ نسبة $\frac{\text{كتلة Na}}{\text{كتلة F}} = 1.21$ وهي كمية ثابتة في جميع عينات فلوريد الصوديوم

كتلة $F = \frac{\text{كتلة Na}}{1.21} = \frac{34.5g}{1.21} = \boxed{28.5g}$ مقدار الفلور بالغرامات

س5/ عينتان من رابع كلوريد الكاربون تتفكك لعناصرها المكونة منها. أحتوت العينة الاولى (32.4g) من الكاربون و(373g) من الكلور بينما احتوت العينة الاخرى (12.3g) من الكاربون و(112g) من الكلور .هل تتوافق ام لا هذه النتائج مع قانون التراكيب الثابتة

ج / نسبة كتلة الكلور الى كتلة الكاربون في العينة الاولى $= \frac{373g\ (Cl)}{32.4g\ (C)} = \boxed{11.5}$

نسبة كتلة الكلور الى كتلة الكاربون في العينة الاخرى $= \frac{112g\ (Cl)}{12.3g\ (C)} = \boxed{9.1}$

وبما ان النسبة في العينتين مختلفة ، أي ان النتائج لا تتطابق مع قانون التراكيب الثابتة

س6/ عرف المصطلحات الاتية : التكافؤ ، وحدة الكتلة الذرية (وكذ) ، الكتلة المكافئة ، الكتلة الذرية ، فرضية افوكادرو ؟ ج/ راجع في الملزمة

س7 / سخن (1.55g) من الفضة في تيار من غاز الكلور فتكون 2.05g من كلوريد الفضة . فاذا علمت ان الكتلة المكافئة للكلور 35.5 أحسب الكتلة المكافئة للفضة ؟

ج / كتلة الكلور = كتلة كلوريد الفضة – كتلة الفضة $= 2.05 - 1.55 = \boxed{0.5\ g}$

$$\frac{\text{كتلة العنصر (الفضة)}}{\text{الكتلة المكافئة للفضة}} = \frac{\text{كتلة العنصر (الكلور)}}{\text{الكتلة المكافئة للكلور}} = \frac{1.55}{\text{ك . م الفضة}} = \frac{0.5}{35.5}$$

$$\text{ك .م الفضة} = \frac{55}{0.5} = \boxed{110\ g}$$

س8/ وضع 0.72g من الخارصين في محلول خلات الرصاص فترسب الرصاص وبعد غسله وتجفيفه وجد ان كتلته 2.29g ماهي الكتلة المكافئة للرصاص علما بان الكتلة المكافئة للخارصين = 32.5 ؟

ج/

$$\frac{\text{كتلة العنصر (الخارصين)}}{\text{الكتلة المكافئة}} = \frac{\text{كتلة العنصر (الرصاص)}}{\text{الكتلة المكافئة}}$$

$$= \frac{0.72}{32.5} = \frac{2.29}{\text{الكتلة المكافئة للرصاص}}$$

$$\text{ك .م للرصاص} = \frac{32.5 \times 2.29}{0.72} = \boxed{103.4\ g}$$

س9 / عنصر تكافؤه 2 وكتلته المكافئة 32.7 أحسب كتلته الذرية ؟

ج/ الكتلة المكافئة للعنصر = الكتلة الذرية للعنصر / تكافؤ العنصر

الكتلة الذرية للعنصر = 32.7×2 = **65.37 g/mol**

س10/ راجع تمرين (1-3)

س11/ كم عدد المولات الموجودة في كل مما ياتي :

ج / عدد المولات n = الكتلة m / الكتلة المولية M

الكتلة المولية = مجموع الكتل الذرية للذرات المكونة للمادة × عدد ذراتها .

أ) 7g من بيكاربونات الصوديوم $NaHCO_3$

$$M_{(NaHCO_3)} = (1\times23) + (1\times1) + (1\times12) + (3\times16) = \boxed{84\ g/mol}$$

$$n = \frac{7\ (g)}{84\ \frac{g}{mol}} = \boxed{0.083\ mol}$$

ب) 10mg من الحديد

$$n = \frac{\frac{10}{1000}\ (g)}{56\ \frac{g}{mol}} = \boxed{0.00018\ mol}$$

جـ) 16g من ثنائي اوكسيد الكاربون

$$M_{(CO_2)} = (1\times12) + (2\times16) = \boxed{44\ g/mol}$$

$$n = \frac{16\ (g)}{44\ \frac{g}{mol}} = \boxed{0.36\ mol}$$

د) مليون (10^6) ذرة من الذهب

عدد المولات (n) = عدد الذرات / عدد افوكادرو من الذرات = $\frac{10^6\ (atoms)}{6.023\times10^{23}\ (atoms/mol)}$

$$= 0.166\times10^{-23}\times10^{6} = \boxed{0.166\times10^{-17} mol}$$

س12/ أ) احسب عدد ذرات الفضة وعدد مولات الفضة الموجودة في 5g من الفضة

ج / $n_{(mol)} = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} = \frac{5g}{108_{g/mol}} = \boxed{0.05\ mol}$

عدد الذرات الفضة = عدد المولات (n) × عدد افوكادرو من الذرات

$$= 6.023\times10^{23} (atoms/mol)\times0.05(mol) = \boxed{0.3\times10^{23}\ (atoms)}$$

ب) يحتوي قطعة من الماس على 5.0×10^{21} ذرة من الكاربون . ماعدد مولات الكاربون وكتلته بالغرام في قطعة الماس ؟

ج / عدد المولات $n = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{عدد افوكادرو من الذرات}} = \frac{5.0\times10^{21}\,atoms}{6.023\times10^{23}\,atoms/mol}$

$= 0.83\times10^{-2} = \boxed{0.0083\ mol}$

$n_{(mol)} = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} \rightarrow m = 0.0083\,(mol)\times12(g/mol) = \boxed{0.0996\ g}$

س13 / احسب الكميات فيما ياتي :

أ) كتلة 3.8×10^{20} جزيء من NO_2

ج / عدد $n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد افوكادرو من الجزيئات}} = \frac{3.8\times10^{20}\ molecules}{6.023\times10^{23}\ molecules/mol}$

$= 0.63\times10^{-3} = \boxed{0.00063\ mol}$

$M_{(NO_2)} = (1\times14)+(2\times16) = \boxed{46\ g/mol}$

(كتلة NO_2) $n_{(mol)} = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} \rightarrow m = 0.00063\,(mol)\times46\,\frac{g}{mol} = \boxed{0.02898\ g}$

ب) عدد مولات من ذرات الكلور الموجودة في 0.0425g من $C_2H_4Cl_2$

ج / $M_{(C_2H_4Cl_2)} = (2\times12)+(4\times1)+(2\times35.5) = 99\ (g/mol)$

كتلة العنصر (الكلور) = $\frac{\text{الكتلة الذرية للكلور} \times \text{عدد ذراته في المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}}$ × كتلة النموذج

$= 0.0425\times(\frac{2\times35.5}{99}) = \boxed{0.0305\ g}$

$n_{(mol)} = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} = \frac{0.0305\ g}{35.5\ g/mol} = \boxed{8.59\times10^{-3}\ mol}$

جـ) عدد ايونات الهيدريد H^- الموجودة في 4.92g من SrH_2

ج / $M_{(SrH_2)} = (1\times67.6)+(2\times1) = \boxed{69.6\ g/mol}$

كتلة (H^-) = $\frac{\text{الكتلة الذرية للهيدروجين} \times \text{عدد ذرات الهيدروجين}}{\text{الكتلة المولية للمركب}}$ × كتلة النموذج

كتلة $H^- = \frac{2\times1}{69.9}\times4.42 = 0.14\ g$

$n = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} = \frac{0.14g}{1\ g/mol} = \boxed{0.14\ mol}$

عدد أيونات H^- = عدد المولات × عدد افوكادرو من الايونات

$= 6.023\times10^{23}(ions/mol)\times0.14\ (mol) = \boxed{0.84\times10^{23}(ions\,H^-)}$

س14 / احسب الكتلة المولية للمركبات الاتية :

ج /أ) $M(NaClO_3) = (1\times23) + (1\times35.5) + (3\times16) = \boxed{106.5\ g/mol}$

ب) $M(CuSO_4.5H_2O) = (1\times63) + (1\times32) + (4\times16) + 5(1\times2 + 1\times16) = \boxed{249\ g/mol}$

جـ) $M(NH_4)_3PO_4 = 3\times(1\times14 + 4\times1) + (1\times31) + (4\times16) = \boxed{149\ g/mol}$

د) $M(Al_2(SO_4)_3) = (2\times27) + 3\times(1\times32 + 4\times16) = 54 + 288 = \boxed{342\ g/mol}$

هـ) $MCa(C_2H_3O_2)_2 = (1\times40) + 2\times(2\times12 + 3\times1 + 2\times16) = 40+118 = \boxed{158\ g/mol}$

س15 / احسب النسب المئوية للعناصر المكونة للمركبات الاتية :

ج / النسبة المئوية (%)للعنصر في المركب = $\dfrac{\text{الكتلة الذرية للعنصر} \times \text{عدد ذرات العنصر}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100\%$

أ) : $Ca_3(PO_4)_2$

$M(Ca_3(PO_4)_2) = (3\times40) + 2\times(1\times31 + 4\times16) = 120 + 190 = \boxed{310\ g/mol}$

$Ca\% = \dfrac{3\times40}{310} \times 100\% = \boxed{38.7\ \%}$

$P\% = \dfrac{2\times1\times31}{310} \times 100\% = \boxed{20\ \%}$

$O\% = \dfrac{2\times4\times16}{310} \times 100\% = \boxed{41.3\ \%}$

للتحقق من صحة النسب المئوية المستخرجة للعناصر تجمع هذه النسب ومجموعها يفترض ان = 100%

ب) : CH_2FcF_3

$M(CH_2FCF_3) = (1\times12) + (2\times1) + (1\times19) + (1\times2) + (3\times19) = \boxed{102\ g/mol}$

أو $= (2\times12) + (2\times1) + (4\times19) = \boxed{102\ g/mol}$

$C\% = \dfrac{2\times12}{102} \times 100\% = \boxed{23.5\ \%}$, $H\% = \dfrac{2\times1}{102} \times 100\% = \boxed{2\ \%}$

$F\% = \dfrac{4\times19}{102} \times 100\% = \boxed{74.5\ \%}$

جـ) : Na_2HPO_4

$M(Na_2HPO_4) = (2\times23) + (1\times1) + (1\times31) + (4\times16) = \boxed{142\ g/mol}$

$Na\% = \dfrac{2\times23}{142} \times 100\% = \boxed{32.4\ \%}$, $H\% = \dfrac{1\times1}{142} \times 100\% = \boxed{0.7\ \%}$

$P\% = \dfrac{1\times31}{142} \times 100\% = \boxed{21.8\ \%}$, $O\% = \dfrac{4\times16}{142} \times 100\% = \boxed{45.1\ \%}$

س16 / احسب النسبة المئوية للمغنيسيوم وماء التميؤ في كبريتات المغنيسيوم المائية $MgSO_4.7H_2O$ ؟

ج / $M_{(MgSO_4.7H_2O)} = (1\times24) + (1\times32) + (4\times16) + 7(2\times1 + 1\times16) = \boxed{246\ g/mol}$

$$\text{النسبة المئوية (\%) للمغنيسيوم في المركب} = \frac{\text{الكتلة الذرية للمغنيسيوم} \times \text{عدد ذراته}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100\%$$

$$= \frac{1\times24}{246} \times 100\% = \boxed{9.8\%}$$

$$\text{النسبة المئوية لماء التميؤ} = \frac{7\times(2+16)}{246} \times 100\% = \boxed{51.22\%}$$

س17 / نموذج من اليوريا يحتوي على 1.121g(N) و 0.161g(H) و 4.808g(C) و 0.640g(O).
أوجد الصيغة الوضعية لليوريا ؟

ج / نقسم كتل العناصر على كتلها الذرية

$$\frac{1.121}{14} N : \frac{0.161}{1} H : \frac{0.4808}{12} C : \frac{0.640}{16} O$$

$$0.008\ N : 0.161\ H : 0.04\ C : 0.04\ O$$

نقسم على اصغر نسبة ونقرب النتائج الى اقرب عدد صحيح معنوي

$$\frac{0.08}{0.04} N : \frac{0.161}{0.04} H : \frac{0.04}{0.04} C : \frac{0.04}{0.04} O$$

$$2\ N : 4\ H : 1\ C : 1\ O$$

لذا فالصيغة الوضعية لليوريا هي CH_4N_2O ($(NH_2)_2CO$)

س18 / مركب يحتوي على كاربون وهيدروجين ونتروجين عند حرق (35mg) منه ينتج 33.5mg من CO_2 و 41.1mg من H_2O أوجد الصيغة الوضعية لهذا المركب ؟

ج / $(MCO_2 = 44 g/mol)$ ، $(MH_2O = 18 g/mol)$ ، $(1g = 1000mg)$

$$\text{كتلة المركب (النموذج) (g)} = \frac{35\ (mg)}{1000\ \frac{mg}{g}} = \boxed{0.035\ g}$$

$$\text{كتلة } (CO_2) = \frac{33.5\ (mg)}{1000} = \boxed{0.0335\ g}$$

$$\text{كتلة } (H_2O) = \frac{41.1\ (mg)}{1000} = \boxed{0.0411\ g}$$

لاستخراج كتل العناصر المكونة للمركب الاول (المحترق) نستخدم العلاقة الاتية:

$$\text{كتلة العنصر} = \frac{\text{الكتلة الذرية للعنصر} \times \text{عدد ذراته في المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times \text{كتلة النموذج}$$

$$\text{كتلة (C)} = \frac{1\times12}{44} \times 0.0335 = \boxed{0.009\ g}$$

$$\text{كتلة (H)} = \frac{1\times2}{18} \times 0.00411 = \boxed{0.005\ g}$$

كتلة النتروجين (N) = كتلة المركب – (كتلة C + كتلة H)

$0.021g = (0.005 + 0.009) - 0.035 =$

لايجاد الصيغة الوضعية

① نسبة عدد ذرات (C) = $\frac{\text{كتلة C}}{\text{كتلته الذرية}} = \frac{0.009}{12} = \boxed{0.0008}$

نسبة عدد ذرات (H) = $\frac{\text{كتلة H}}{\text{كتلته الذرية}} = \frac{0.005}{1} = \boxed{0.005}$

نسبة عدد ذرات (N) = $\frac{\text{كتلة N}}{\text{كتلته الذرية}} = \frac{0.021}{14} = \boxed{0.0015}$

② **أبسط نسبة لعدد ذرات العنصر = $\frac{\text{نسبة عدد ذرات كل عنصر}}{\text{اصغر نسبة}}$ (ونقرب لاقرب عدد صحيح)**

أبسط نسبة لعدد ذرات العنصر (C) = $\frac{0.0008}{0.0008} = \boxed{1}$

أبسط نسبة لعدد ذرات العنصر (H) = $\frac{0.005}{0.0008} = 6.25 \simeq \boxed{6}$

أبسط نسبة لعدد ذرات العنصر (N) = $\frac{0.0015}{0.0008} = 1.87 \simeq \boxed{2}$

∴ الصيغة الوضعية هي CH_6N_2

س19 / **لو طلب اليك ايجاد الصيغة الوضعية والجزيئية لمسحوق ابيض يتكون من 31.9% وزنا بوتاسيوم و 39.2% وزنا اوكسجين و 28.9% وزنا كلور فكيف تجد هذه الصيغ اذا علمت ان الكتلة المولية لصيغته الجزيئية تساوي 122.5g/mol ؟**

ج / 1) نسبة عدد ذرات العنصر = $\frac{\text{النسبة المئوية للعنصر}}{\text{كتلته الذرية}}$

نسبة عدد ذرات K = $\frac{31.9}{39} = \boxed{0.8}$

نسبة عدد ذرات O = $\frac{39.2}{16} = \boxed{2.45}$

نسبة عدد ذرات Cl = $\frac{28.9}{35.5} = \boxed{0.8}$

2) نقسم النسب السابقة على اصغرها نسبة

ابسط نسبة لعدد ذرات العنصر = $\frac{\text{نسبة عدد ذرات كل عنصر}}{\text{اصغرها نسبة}}$

أبسط نسبة لعدد ذرات K = $\frac{0.8}{0.8} = \boxed{1}$

أبسط نسبة لعدد ذرات O = $\frac{2.45}{0.8} = \boxed{3}$

أبسط نسبة لعدد ذرات Cl = $\frac{0.8}{0.8} = \boxed{1}$

∴ الصيغة الوضعية للمسحوق هي $KClO_3$

لايجاد الكتلة المولية للصيغة الوضعية $KClO_3$

$M_{(KClO_3)} = (1\times 39) + (1\times 35.5) + (3\times 16) = \boxed{122.5\ g/mol}$

وحدات الصيغة الوضعية = $\frac{\text{الكتلة المولية للصيغة الجزيئية}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الوضعية}} = \frac{122.5}{122.5} = 1$

الصيغة الجزيئية = الصيغة الوضعية × وحدات الصيغة الوضعية

$= KClO_3 \times 1$

∴ الصيغة الجزيئية هي نفسها الصيغة الوضعية $KClO_3$

س20 / اوجد الصيغة الجزيئية لمركب يتكون من 24.27% وزنا كاربون و 4.07% وزنا هيدروجين و 71.65% كلور علما ان الكتلة المولية للمركب = 99g/mol

ج / 1) نسبة عدد ذرات العنصر = $\frac{\text{النسبة المئوية للعنصر}}{\text{كتلته الذرية}}$

نسبة عدد ذرات C = $\frac{24.27}{12}$ = 2.02

نسبة عدد ذرات H = $\frac{4.07}{1}$ = 4.07

نسبة عدد ذرات Cl = $\frac{71.65}{35}$ = 2.04

2) أبسط نسبة عدد ذرات العنصر = $\frac{\text{نسبة عدد ذرات كل عنصر}}{\text{اصغرها نسبة}}$

أبسط نسبة لعدد ذرات C = $\frac{2.02}{2.02}$ = 1

أبسط نسبة لعدد ذرات H = $\frac{4.07}{2.02}$ = 2

أبسط نسبة لعدد ذرات Cl = $\frac{2.04}{2.02}$ = 1

∴الصيغة الوضعية هي CH_2Cl

نحسب الكتلة المولية للصيغة الوضعية CH_2Cl

$M(CH_2Cl) = (1\times12) + (2\times1) + (1\times35.5) = 49.5\ g/mol$

وحدات الصيغة الوضعية = $\frac{\text{الكتلة المولية للصيغة الجزيئية}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الوضعية}} = \frac{99}{49.5} = 2$

الصيغة الجزيئية = الصيغة الوضعية × وحدات الصيغة الوضعية

= CH_2Cl × 2

∴الصيغة الجزيئية هي $C_2H_4Cl_2$

س21 / مركب يحتوي على 52.2% كاربون و13.1% هيدروجين والباقي اوكسجين ماهي الصيغة الجزيئية لهذا المركب اذا علمت ان كتلته المولية تساوي 46g/mol ؟

ج / النسبة المئوية لعنصر الاوكسجين =

100 - (13.1+52.2) = 34.7 %

1) نسبة عدد ذرات العنصر = $\frac{\text{النسبة المئوية للعنصر}}{\text{كتلته الذرية}}$

نسبة عدد ذرات C = $\frac{52.2}{12}$ = 4.35

نسبة عدد ذرات H = $\frac{13.1}{1}$ = 13.1

نسبة عدد ذرات O = $\frac{34.7}{16}$ = 2.17

2) ابسط نسبة لعدد ذرات العنصر = $\frac{\text{نسبة عدد ذرات كل عنصر}}{\text{اصغرها نسبة}}$

(تقرب النتائج الى اقرب عدد صحيح معنوي)

أبسط نسبة لعدد ذرات C = $\frac{4.35}{2.17}$ = 2

أبسط نسبة لعدد ذرات H = $\frac{13.1}{2.17}$ = 6

أبسط نسبة لعدد ذرات O = $\frac{2.17}{2.17}$ = 1

∴الصيغة الوضعية هي C_2H_6O

لايجاد الكتلة المولية للصيغة الوضعية C_2H_6O

$$M(C_2H_6O)=(2\times 12)+(6\times 1)+(1\times 16)=\boxed{46\ g/mol}$$

وحدات الصيغة الوضعية = الكتلة المولية للصيغة الجزيئية / الكتلة المولية للصيغة الوضعية = $\frac{46\ g/mol}{46\ g/mol} = 1$

الصيغة الجزيئية = الصيغة الوضعية × وحدات الصيغة الوضعية

= C_2H_6O × 1

∴الصيغة الجزيئية هي نفسها الصيغة الوضعية C_2H_6O

س22 / احسب : أ) عدد مولات الاوكسجين في (7.2moles) من H_2SO_4 :

ج / لحساب عدد مولات الاوكسجين

$$M(H_2SO_4)=(2\times 1)+(1\times 32)+(4\times 16)=\boxed{98\ g/mol}$$

H_2SO_4	$4O$		H_2SO_4	$4O$
M(g/mol)	4M(g/mol)	→	98(g/mol)	(4×16)(g/mol)
n(mol)	n(mol)		7.2(mol)	n(mol)

$$n=\frac{7.2(mol)\times 64(g/mol)}{98(g/mol)}=\boxed{4.7(mol)\ \text{اوكسجين}}$$

ب) عدد الذرات في عينة من الخارصين كتلتها 48.3g

عدد مولات الخارصين (Zn) = الكتلة / الكتلة الذرية

$$n(mol)=\frac{m(g)}{M(g/mol)}=\frac{48.3(g)}{65(g/mol)}=\boxed{0.74\ mol}$$

عدد الذرات = عدد المولات × عد افوكادرو من الذرات

عدد ذرات (Zn) = $0.74\ mol \times 6.023\times 10^{23}\ \frac{atoms}{mol} = \boxed{4.457\times 10^{23}\ atoms\ Zn}$

جـ) كتلة الالمنيوم بالغرام في 6.73mol من الالمنيوم

$$m_{(Al)}=n(mol)\times M(g/mol)=6.73\times 27=\boxed{181.71\ g}$$

د) عدد غرامات Fe الموجودة في 79.2g من Fe_2O_3

$$M(Fe_2O_3)=(2\times 56)+(3\times 16)=\boxed{160\ g/mol}$$

كتلة(Fe) = (الكتلة الذرية Fe × عدد ذراته في المركب) / (الكتلة المولية لـ Fe_2O_3) × كتلة Fe_2O_3

كتلة Fe = $\frac{2\times 56\ g/mol}{160\ g/mol}\times 79.2\ g=\boxed{55.44\ g}$

الفصل الثاني

الغازات Gases

طبقة التروبوسفير :

وهي الطبقة السفلى من الغلاف الجوي ويتكون حجمها من 78% غاز N_2 و21% غاز O_2 و (1% غازات مختلفة ويشكل غاز CO_2 النسبة العظمى فيها) ، وهي الطبقة التي نعيش فيها .

بعض المواد تكون في حالتها الغازية في الظروف الاعتيادية (ضغط 1 جو ودرجة حرارة 25°C) وقد تكون عناصر في حالتها الحرة او مركبات .

- **بعض العناصر مثل** $(Rn, Xe, Kr, Ar, Ne, Cl_2, F_2, O_2, N_2, H_2)$
- **بعض المركبات مثل** $(SO_2, NH_3, CO_2, CO, HI, HBr, HCl, HF)$

NO احادي اوكسيد النتروجين	NO_2 ثنائي اوكسيد النتروجين
N_2O اوكسيد النتروز	H_2S كبريتيد الهيدروجين

علل / يمكن للغاز ان يضغط ويصغر حجمه بشكل كبير ؟

ج / لان الجزيئات الغازية تشغل في الظروف القياسية فقط 0.1% من الحيز الذي تحتله اما الباقي فيكون فراغ لذلك فان كل جزيء من الغاز يتصرف بشكل مستقل تقريباً ، وباستخدام الضغط والتبريد يسال الغاز فيصبح حجمه صغيراً مقارنة بحجمه وهو غاز .

الحجم (V) Volume

يمثل حجم المادة مقدار الحيز الذي تشغله تلك المادة ، وان حجم الغاز هو نفسه حجم الاناء الذي يوجد فيه الغاز ويقاس بوحدات (L أو mL أو cm^3)

$1L = 1000\ cm^3$, $1L = 1000\ mL$, $1cm^3 = 1\ mL$

مثال / عينة من غاز NO_2 حجمها $800cm^3$ ماهو حجمها باللتر ؟

ج /

$$V_{(L)} = V_{(cm^3)} \times \frac{1\ (L)}{1000\ (cm^3)}$$

$$V_{(L)} = 800(cm^3) \times \frac{1\ (L)}{1000\ (cm^3)} = \boxed{0.8\ L}\ NO_2$$

تمرين (2-1)

عينة غاز O_2 حجمها $0.125L$ ماهو حجمها بالـ mL ؟

ج /

$$V_{(mL)} = 0.125\ L \times \frac{1000\ mL}{1\ L} = \boxed{125\ mL}$$

درجة الحرارة Temperature

لتحويل الدرجة السيليزية الى درجة كلفن نستخدم العلاقة الاتية :

$$T\ (K) = t\ (°C) + 273$$

مثال / اناء يحتوي على ماء درجة حرارته 80°C واناء اخر يحتوي على ماء ايضا درجة حرارته -13°C فما هي درجة حرارته في الحالتين بدرجات كلفن .

ج / في الحالة الاولى : $T\ (K) = t\ (°C) + 273 = 80 + 273 = \boxed{353\ K}$

في الحالة الثانية : $T\ (K) = (-13) + 273 = \boxed{260\ K}$

تمرين (2-2)

حول الدرجات الاتية من سيليزية الى كلفن ($-100°C$, $1°C$, $127°C$) ؟

ج / $T(K) = t(°C) + 273$

1) $T(K) = 127°C + 273 = \boxed{400\ K}$

2) $T(K) = 1°C + 273 = \boxed{274\ K}$

3) $T(K) = -100°C + 273 = \boxed{173\ K}$

الضغط Pressure (P)

وهو القوة (F) المسلطة على وحدة المساحة (A) .

ويقاس الضغط الجوي بمقياس البارومتر بينما تقاس ضغوط الغازات بمقياس المانومتر .

الضغط =	القوة (نيوتن) / المساحة (^{2}متر)	$P_{(N/m^2)} = \dfrac{F_{(N)}}{A_{(m^2)}}$

m **الوحدات الاساسية لقياس الضغط** :

الباسكال (P_a) = $\dfrac{1N}{m^2}$ ، الجو ، التور .

العلاقة بين وحدات الضغط هي :

1 atm(جو) = 101325 Pa

1 atm = 760mm Hg (ملم زئبق) = 760 Torr (تور)

1 Torr = 1mm Hg

> **ملاحظة /** عند تحويل وحدة atm الى وحدات (Torr,mmHg) نضرب × 760 ،
> وعند تحويل هذه الوحدات الى atm نقسم على 760.

مثال / حول ضغط غاز مقداره *688Torr* الى وحدات *atm* .

ج / $\boxed{1\ atm = 760\ Torr}$

$$P_{(atm)} = \frac{1\ atm}{760\ Torr} \times P_{Torr} = \frac{1\ atm}{760\ Torr} \times 688\ Torr = \boxed{0.905\ atm}\ (\text{جو})$$

تمرين (2-3)

حول ضغط غاز مقداره *1.5atm* الى وحدات *Torr* ؟

ج / $P_{(Torr)} = \dfrac{760\ Torr}{1\ atm} \times 1.5\ atm = \boxed{1140\ Torr}$

(قوانين الغازات)

1- **قانون بويل (علاقة الحجم والضغط) :**

س/ بين كيف اثبت بويل ان حجم الهواء يقل كلما زاد الضغط المسلط عليه (تناسب عكسي) عند ثبوت درجة الحرارة وكمية الغاز ؟

ج / استخدام بويل انبوب على شكل حرف ل مسدود من جهة الساق القصيرة وفيه بعض من غاز محصور ، وقام باضافة الزئبق من الطرف الاطول فبدأ الزئبق بالضغط على الغاز ليصبح حجم الغاز ذا حجم معين وعندما ضاعف كمية الزئبق (اي ضاعف الضغط) قل حجم الهواء المحصور الى النصف .

نصه (يتناسب حجم الغاز عكسيا مع الضغط المسلط عليه عند ثبوت درجة الحرارة وكمية الغاز)

اي ان : $V \propto \frac{1}{P}$ (k ثابت التناسب) $V = K\frac{1}{P} \rightarrow \boxed{PV = k}$

وعند تغير الظروف (الحجم V ، الضغط P) لغاز معين عند ثبوت درجة الحرارة T

فيصبح قانون بويل كالاتي : (عند ثبوت الحرارة وكمية الغاز) $P_1V_1 = P_2V_2$

مثال① / ضغط غاز في صفيحة معطر جو يساوي 3atm وحجمه نصف لتر ماحجمه عندما يصبح الضغط المسلط عليها 4atm .

ج / $\boxed{P_1V_1 = P_2V_2} \rightarrow V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2} = \frac{(3\ atm)\times(\frac{1}{2}L)}{4\ atm} = \frac{3}{8} = \boxed{0.375\ L}$

مثال ② / غاز موضوع في اسطوانة حجمها 1L بضغط 1atm وضع عليه ثقل مما ادى الى تقلص حجمه الى 0.5L أحسب ضغطه الجديد على افتراض ثبوت درجة الحرارة

ج / $\boxed{P_1V_1 = P_2V_2} \rightarrow P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2} = \frac{(1\ atm)\times(1\ L)}{0.5\ L} = \boxed{2\ atm}$

مثال③ / يسلط الضغط الجوي 1atm على الغواص عند سطح البحر أي بعمق 0m. ما الضغط الذي سيسلط عليه عند عمق 20m على افتراض ان كل 10m تسلط ضغطا اضافيا مقداره 1atm بسبب وزن الهواء المحيط به ، على افتراض ثبوت درجة الحرارة .

ج / بما انه كل 10m تسلط ضغطاً مقداره 1atm على الغواص لذا سيكون الضغط المسلط عليه على عمق 20m هو 2atm. وبالتالي سيصبح الضغط المسلط عليه عند عمق 20m هو 3atm بسبب وجوب اضافة الضغط الجوي عليه البالغ 1atm.

تمرين (2-4)

منطاد جوي يحتوي على غاز يشغل حجما قدره 50L تحت ضغط 1atm . ماحجمه عندما يرتفع في الجو ويتعرض لضغطا قدره 0.9 atm ؟

ج / $\boxed{P_1V_1 = P_2V_2} \rightarrow V_2 = \frac{(1\ atm)\times(50\ L)}{0.9\ atm} = \boxed{55.56\ L}$

2- قانون شارل (علاقة الحجم ودرجة الحرارة) :

س/ بين بتجربة تثبت ان الغازات تتمدد في الحجم عند رفع درجة حرارتها بينما يقل حجمها عند التبريد؟

ج / نقوم بحبس كتلة ثابتة لغاز في اسطوانة مزودة بمكبس حيث ان الكتلة فوق قمة المكبس ثابتة فان العينة من الغاز تبقى عند ضغط ثابت ، ويلاحظ انه كلما سخن الغاز فان المكبس يتحرك للخارج حيث يزداد الحجم للغاز . وعند التبريد يندفع المكبس نحو الاسفل لان حجم الغاز سوف يقل .

علل/ نشعر بسخونة منفاخ الدراجة عند استعماله ؟

ج / لان جزيئات الهواء في داخله ترغب على التراص في حيز اقل فتزداد سرعة ارتطامها بجدران المنفاخ فيسخن

نصه (يتناسب حجم كمية محدودة من الغاز تناسباً طردياً مع درجة الحرارة المقاسة بالكلفن عند ثبوت الضغط وكمية الغاز)

التعبير الرياضي : $V \propto T$ (k ثابت التناسب) $k = \frac{V}{T}$ ➔ $V = k \times T$

وعند تغير الظروف (الحجم V ، درجة الحرارة T) لكمية معينة من غاز عند ثبوت الضغط P

فتصبح العلاقة العامة للحجم ودرجة الحرارة كالاتي : (عند ثبوت الضغط وكمية الغاز)

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

ملاحظة / عند تطبيق قانون شارل يجب ان تكون درجة الحرارة T مقاسة بالكلفن (K)

مثال / ملئ بالون (نفاخة) بالهواء حتى اصبح حجمه 4L بدرجة حرارة 27°C ماحجم البالون بعد وضعه في المجمدة علما بان درجة حرارتها 0°C (الضغط ثابت في الحالتين) ؟

ج / اولا: نحول درجتي الحرارة من °C الى K : $T(K) = t(°C) + 273$

1) (عند $V_1 = 4L$) $T_1(K) = 27 + 273 = \boxed{300\ K}$

2) (عند $V_2 = ?$) $T_2(K) = 0 + 273 = \boxed{273\ K}$

ثانيا/ لايجاد الحجم (V_2) نستخدم قانون شارل

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{(4\ L)\times(273\ K)}{300\ K} = \boxed{3.64\ L}$$

تمرين (2-5)

غاز CO_2 في بالون حجمه 1L في درجة حرارة 27°C ماحجم البالون عندما يوضع في حوض مبرد بدرجة حرارة -3°C

ج / يجب تحويل درجتي الحرارة من °C الى K .

$$T(K) = t(°C) + 273$$

1) (عند $V_1 = 1\ L$) $T_1(K) = 27 + 273 = \boxed{300\ K}$

2) (عند $V_2 = ?$) $T_2(K) = -3 + 273 = \boxed{270\ K}$

لايجاد الحجم (V_2) نستخدم قانون شارل

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{(1\ L)\times(270\ K)}{300\ K} = \boxed{0.9\ L}$$

علل / ينقبض البالون المملوء بالهواء عند وضعه في وعاء يحتوي على ماء مثلج ؟

ج / لان درجة الحرارة المنخفضة جداً تبطيء سرعة جزيئات الهواء داخل البالون فيقل تدافعها وارتطامها بجدران البالون فينكمش .

2- قانون غي لوساك (علاقة الضغط ودرجة الحرارة)

نصه

(يتغير ضغط كتلة معينة من الغاز تغيراً طردياً مع درجة حرارته المقاسة بالكلفن اذا كانت كميته وحجمه ثابتان)

التعبير الرياضي :	(k ثابت التناسب)	$k = \frac{P}{T}$	$\rightarrow P = k\times T \rightarrow$	$P \propto T$

وعند استخدام غاز معين بدرجتي حرارة مختلفتين وضغطين مختلفين

فتصبح العلاقة (قانون غي لوساك) كالاتي : (عند ثبوت الحجم وكمية الغاز) $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

مثال / لديك علبة من معطر جو تحتوي على غاز تحت ضغط 3atm وبدرجة 17°C ماضغطها عندما تتعرض الى حرارة قدرها 187°C ؟

ج / يجب تحويل درجة الحرارة من °C الى كلفن K :

$$T(K) = t(°C) + 273$$

1) (عند $P_1 = 3\ atm$) $T_1(K) = 17 + 273 = \boxed{290\ K}$

2) (عند $P_2 = ?$) $T_2(K) = 187 + 273 = \boxed{460\ K}$

نجد الضغط (P_2) بعد تغير درجة الحرارة باستخدم قانون غي لوساك

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \rightarrow P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} = \frac{(3\ atm)\times(460\ K)}{290\ K} = \boxed{4.75\ atm}$$

نلاحظ زيادة الضغط (P_2) عند ازدياد درجة الحرارة (T_2) .

علل / ينصح دائما بعدم رمي علب معطرات الجو او الجسم في النار ؟

ج / لانه عندما ترتفع درجة الحرارة تزداد الطاقة الحركية للجزيئات وبالتالي يزداد عدد اصطداماتها بجدران العلبة مما يؤدي الى زيادة الضغط المسلط من قبل الغاز على جدرانها وبالتالي قد تؤدي الى انفجارها وتشظيها .

تمرين (2-6)

قام رجل يروم السفر من بغداد الى البصرة بقياس ضغط الهواء في اطار سيارته فوجد انه يبلغ 1.8atm بدرجة حرارة 20°C وعند وصوله الى البصرة اصبحت درجة الحرارة داخل الاطار 36°C ماضغط الهواء داخل الاطار ؟

ج / نحول درجة الحرارة من °C الى كلفن K : $T(K) = t(°C) + 273$

1) (عند $P_1 = 1.8\ atm$) $T_1(K) = 20 + 273 = \boxed{293\ K}$

2) (عند $P_2 = ?\ atm$) $T_2(K) = 36 + 273 = \boxed{309\ K}$

لايجاد (P_2) (الضغط بعد تغير درجة الحرارة) نستخدم قانون غي لوساك .

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \rightarrow P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} = \frac{(1.8\ atm) \times (309\ K)}{293\ K} = \boxed{1.9\ atm}$$

(القانون الموحد للغازات)

س/ كيف تشتق القانون الموحد للغازات ؟

ج / من قانون بويل $PV = k$ من قانون شارل $\frac{V}{T} = k'$ من قانون غي لوساك $\frac{P}{T} = k''$

ومن هذه القوانين يصاغ قانون موحد هو	(k ثابت التناسب)	$\frac{PV}{T} = k$

وفي حالة تغير ظروف الغاز (P_1,V_1,T_1) الى حالته الثانية (P_2,V_2,T_2) مع بقاء كميته ثابتة (كتلته ثابتة)

تصبح العلاقة اعلاه كالاتي :	(معادلة الحالة)	$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

حيث T درجة الحرارة بالكلفن (K) و V حجم الغاز و P ضغط الغاز .

مثال / فقاعة هواء صغيرة حجمها 2.1mL ارتفعت من قاع بحيرة حيث الضغط 6.4atm ودرجة حرارة 8°C الى سطح الماء حيث درجة الحرارة 25°C والضغط 1atm . احسب حجم الفقاعة على سطح الماء .

ج / يجب تحويل درجة الحرارة من °C الى K : $T(K) = t(°C) + 273$

1) $T_1(K) = 8 + 273 = \boxed{281\ K}$ 2) $T_2(K) = 25 + 273 = \boxed{298\ K}$

حجم الفقاعة على سطح الماء

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \rightarrow V_2 = \frac{V_1P_1T_2}{P_2T_1} = \frac{(2.1\ mL) \times (6.4\ atm) \times (298\ K)}{(1\ atm) \times (281\ K)} = \boxed{14.25\ mL}$$

نلاحظ زيادة حجم الفقاعة على سطح الماء مقارنة بحجمها في القاع لان ضغط السائل في القاع اكثر من الضغط على سطح الماء

تمرين (2-7)

عينة من غاز CO_2 حجمه 4 L وتحت ضغط 1.2atm وبدرجة حرارة 66°C تعرض الى تغير فاصبح حجمه 1.7L عند درجة حرارة 42°C احسب ضغطه علما بان عدد مولاته لم تتغير ؟

ج / بما ان عدد مولاته لم تتغير معناه ان كمية الغاز ثابتة

يجب تحويل درجة الحرارة من °C الى K : $T(K) = t(°C) + 273$

1) $T_1(K) = 66 + 273 = \boxed{339\ K}$ 2) $T_2(K) = 42 + 273 = \boxed{315\ K}$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \rightarrow P_2 = \frac{P_1V_1T_2}{V_2T_1}$$

$$P_2 = \frac{(1.2\ atm) \times (4\ L) \times (315\ K)}{(1.7\ L) \times (339\ K)} = \frac{1512}{576.3} = \boxed{2.62\ atm}$$

ملاحظة /

(1) يجب ان تكون وحدات (الضغط p، والحجم V) متشابهة (موحدة) على طرفي العلاقة في قوانين (بويل ، شارل ، غي لوساك ، القانون الموحد للغازات) ودرجة الحرارة تقاس بالكلفن (K)

(2) ان القوانين (العلاقات) المذكورة في (1) تخص غاز معين (نفس الغاز) ولكن بظروف مختلفة .

(قانون افوكادرو – علاقة كمية الغاز والحجم)

(تحتوي الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة على عدد متساوي من المولات عند ثبوت درجة الحرارة والضغط)

حيث ان حجم الغاز يتناسب طردياً مع كميته (عدد مولاته n):

$$V \propto n \rightarrow V = kn \rightarrow k = \frac{V}{n}$$ (k ثابت التناسب)

وعند استخدام غاز بكميتين مختلفتين n_1 و n_2 تشغلان حجمين مختلفين V_1 و V_2

نستخدم العلاقة الاتية: (عند ثبوت درجة الحرارة والضغط)

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

الكمية المولية / هي اي كمية تقسم على عدد المولات (n).

مثال / الحجم المولي V_m يساوي V (الحجم) مقسوم على عدد المولات n .

اي ان : $V_{m(L/mol)} = \frac{V_{(L)}}{n_{(mol)}}$

الحجم المولي / هو حجم مول واحد لاي غاز ويساوي 22.414L ($22414cm^3$) عند الظروف القياسية STP (ضغط 1atm (760 torr) ودرجة حرارة 0°C (273K)

الكتلة المولية M تساوي الكتلة m على عدد المولات n : $M = \frac{m(g)}{n(mol)} = g/mol$

تمرين (2-8)

أحسب الحجم المولي لغاز تشغل 3moles منه 37.5L ؟

ج / $V_{(m)} = \frac{V_{(L)}}{n_{(mol)}} = \frac{37.5\ L}{3\ mol} = \boxed{12.5\ L/mol}$

مثال / غاز الهيدروجين يشغل حجما قدره 22.4 L في الظروف القياسية (STP) عندما ناخذ 1mol منه ، ماحجمه في نفس الظروف عند اخذ 3moles منه .

ج / $\boxed{\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}} \rightarrow V_2 = \frac{V_1 n_2}{n_1} = \frac{(22.4\ L) \times (3\ mol)}{(1\ mol)} = \boxed{67.2\ L}$

تمرين (2-9)

غاز حجمه 11.2L في الظروف القياسية STP عدد مولاته 0.5mol ما عدد مولاته في نفس الظروف عندما يكون حجمه 16.8L.

ج / $\boxed{\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}} \rightarrow n_2 = \frac{n_1 V_2}{V_1}$

$$n_2 = \frac{(16.8\ L) \times (0.5\ mol)}{(11.2\ L)} = \boxed{0.75\ mol}$$

قانون الغاز المثالي ....

س / كيف تشتق قانون (معادلة) الغاز المثالي ؟

ج / من قوانين الغازات الاربعة :

قانون بويل	$PV = k$		قانون شارل	$\frac{V}{T} = k'$	وبربط هذه المعادلات مع بعضها نحصل على العلاقة الرياضية الاتية : $V \propto n\frac{T}{P}$
قانون غي لوساك	$\frac{P}{T} = k''$		قانون افوكادرو	$\frac{V}{n} = k'''$	

وعند تحويل التناسب ($\propto$) الى مساواة نحصل على $V = (constant)n\frac{T}{P}$

ويرمز لثابت التناسب (constant) بالحرف R

فتصبح المعادلة كالاتي : (قانون أو معادلة الغاز المثالي) $\boxed{PV=nRT}$

ملاحظات /

(1) يطبق قانون الغاز المثالي فقط على الغازات التي تنطبق عليها قوانين الغازات الاربعة والتي تدعى بالغازات المثالية

(2) يسمى R الثابت العام للغازات ويساوي $0.082\left(\frac{atm.L}{mol.K}\right)$

(3) عند استخدام معادلة الغاز المثالي حسابياً يجب ان تكون وحدات

1) الضغط P بالجو (atm) 2) الحجم V باللتر (L)

3) عدد المولات (n) بالمول 4) درجة الحرارة (T) بالكلفن (K) .

☆ **إيجاد قيمة الثابت العام للغازات R لمول واحد من غاز عند STP :**

باستخدام معادلة الغاز المثالي $\boxed{PV=nRT}$

$$R=\frac{PV}{nT}=\frac{(1\ atm)\times(22.414\ L)}{(1\ mol)\times(273\ K)}=\boxed{0.082\ \frac{atm.L}{mol.K}}\quad\left(\frac{\text{لتر.جو}}{\text{مول.كلفن}}\right)$$

☆ **إيجاد قيمة R بالوحدات الدولية (SI) :**

$(22.4L = 22.4\times10^{-3}\ m^3)\qquad(1atm = 101325\ Pa)$

$$\boxed{PV=nRT}\ \rightarrow\ R=\frac{PV}{nT}=\frac{(101325\ Pa\times22.4\times10^{-3}\ m^3)}{(1\ mol)\times(273\ K)}=\boxed{8.314\ Pa.m^3/mol.K}$$

$Pa=\frac{Kg}{m.s^2}$ وعند التعويض في الوحدة $\boxed{Pa.m^3/mol.K}$ $\quad\frac{\frac{Kg}{m.s^2}m^3}{mol.K}$

ووحدة $\frac{Kg.m^2}{S^2}$ هي وحدة الطاقة جول (J) وعليه $\boxed{Pa.m^3/mol.K = J/mol.K}$

اي ان : $R= 8.314\ Pa.m^3/mol.K = \boxed{8.314\ J/mol.K}$

مثال / **احسب عدد مولات غاز NO في الظروف القياسية اذا كان حجمه 5.6L**

ج / الظروف القياسية هي ضغط (1atm) ودرجة حرارة 273K وباستخدام معادلة الغاز المثالي $\boxed{PV=nRT}$

$$n=\frac{PV}{RT}=\frac{(1\ atm\times5.6\ L)}{(0.082\ atm.L/mol.K)\times(273K)}=\boxed{0.25\ mol}$$

تمرين (2-10)

ماعدد مولات غاز O_2 حجمه 10L بالظروف القياسية (STP) ؟

ج / (STP) هي ضغط 1atm ودرجة حرارة 273K

$$n=\frac{PV}{RT}=\frac{(1\ atm\times10\ L)}{(0.082\ atm.L/mol.K)\times(273K)}=\boxed{0.45\ mol}$$

طريقة ثانية : عند STP الحجم المولي (V_m) =22.4 L/mol

$$V_{(m)}=\frac{V_{(L)}}{n_{(mol)}}\ \rightarrow\ n=\frac{V_{(L)}}{V_{m\,(L/mol)}}=\frac{10\ L}{22.4\ L/mol}=\boxed{0.45\ mol}$$

☆ **حساب كثافة الغاز وكتلته المولية باستخدام معادلة الغاز المثالي**

❶ ---------- $\boxed{PV=nRT}$ وبما ان $n=\frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}}$ نعوض n في (1) لنحصل على

❷ ---------- $\boxed{PV=\left(\frac{m}{M}\right)RT}$ أو ❸ ---------- $\boxed{PM=\left(\frac{m}{V}\right)RT}$

ومن تعريف الكثافة (ρ) $\rho=\frac{m_{(g)}}{V_{(L)}}$ وعند تعويضها بالمعادلة (3)

④ ---- $PM = \rho RT$ وبترتيب المعادلة (4) نحصل على **(علاقة كثافة الغاز)** $\rho = \frac{PM}{RT}$

ولايجاد كتلة الغاز او كتلته المولية وبنفس الطريقة من المعادلة (3)

(علاقة كتلة الغاز) $m = \frac{PMV}{RT}$

(علاقة الكتلة المولية الغاز) $M = \frac{mRT}{PV}$

مثال / يستخدم الهيدرازين (N_2H_4) وقودا للصواريخ . احسب كثافته عند الظروف القياسية (STP) علما ان ك.ذ (N=14 , H=1) .

ج / $M_{(N_2H_4)} = (2\times14) + (4\times1) = \boxed{32\ g/mol}$

الظروف القياسية هي ضغط 1atm ودرجة حرارة 273K

$$\rho = \frac{PM}{RT} \rightarrow \rho = \frac{1\ (atm) \times 32\ (g/mol)}{0.082\ (L.atm/mol.K) \times 273\ (K)} = \boxed{1.43\ g/L}$$

تمرين (2-11)

احسب كثافة غاز الاوكسجين O_2 بوحدات g/L في درجة حرارة 373K وضغط 5atm ؟ ك . ذ (O=16)

ج / $M_{(O_2)} = (2\times16) = \boxed{32\ g/mol}$

$$\rho = \frac{PM}{RT} \rightarrow \rho = \frac{5\ (atm) \times 32\ (g/mol)}{0.082\ (L.atm/mol.K) \times 373\ (K)} = \frac{160}{30.58} = \boxed{5.23\ g/L}$$

مثال/ ماعدد مولات عينة غاز تشغل 700mL عند ضغط قدره 0.8atm ودرجة حرارة 27°C.

ج / يجب ان تكون وحدة اللتر (L) لقياس الحجم ووحدة (K) لقياس درجة الحرارة عند استخدام معادلة الغاز المثالي

نحول حجم الغاز من وحدة mL الى وحدة L

$$V_{(L)} = \frac{1_{(L)}}{1000_{(mL)}} \times V_{(mL)} = \frac{1_{(L)}}{1000_{(mL)}} \times 700_{(mL)} = \boxed{0.7\ L}$$

نحول درجة الحرارة من وحدة °C الى وحدة K

$$T\ (K) = t\ (°C) + 273 \rightarrow T\ (K) = 27 + 273 = \boxed{300K}$$

وباستخدام معادلة الغاز المثالي $\boxed{PV=nRT}$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.8\ (atm) \times 0.7\ (L)}{0.082\ (atm.L/mol.K) \times 300(K)} = \boxed{0.023\ mol}$$

تمرين (2-12)

غاز الميثان هو احد الغازات الناتجة من عملية تكرير النفط اخذت عينة قدرها 0.5mol وتحت ضغط 3atm بدرجة حرارة 27°C. احسب الحجم بالمليلتر mL الذي تشغله العينة ؟

ج / نحول وحدة °C الى K

$$T(K) = t(°C) + 273 \rightarrow T(K) = 27 + 273 = \boxed{300K}$$

$$\boxed{PV=nRT} \rightarrow V=\frac{nRT}{P}=\frac{0.5\,(mol)\times 0.082\,(atm.L/mol.K)\times 300\,(K)}{3(atm)}=\frac{12.3}{3}=\boxed{4.1\,L}$$

لتحويل الغاز من وحدة L الى وحدة mL (1000mL = 1L)

$$V_{(mL)}=\frac{4.1(L)\times 1000(mL)}{1(L)}=\boxed{4100\,mL}$$

مثال / وجد ان ضغط غاز في وعاء حجمه 3L ودرجة 27°C يساوي 5.46atm. احسب كتلة الغاز وعدد مولاته في الوعاء علما بان الكتلة المولية للغاز 44 g/mol.

ج / $T(K) = t(°C) + 273 \rightarrow T(K) = 27 + 273 = \boxed{300K}$

$$\boxed{m=\frac{PMV}{RT}}=\frac{5.46\,(atm)\times 44\,(g/mol)\times 3(L)}{0.082\,(atm.L/mol.K)\times 300(K)}=\boxed{29.3\,g}$$

ولحساب عدد المولات : $n=\frac{m(g)}{M(g/mol)}=\frac{29.3(g)}{44(g/mol)}=\boxed{0.67\,mol}$

تمرين (2-13)

عينة من غاز كتلتها 4.41g تشغل حجما قدره 900mL تحت ضغط 3.65atm بدرجة حرارة 127°C ماكتلتها المولية ؟

ج / $T(K) = 127 + 273 = \boxed{400K}$

$$V_{(L)}=\frac{1(L)}{1000(mL)}\times 900(mL)=\boxed{0.9\,L}$$

وباستخدام العلاقة $\boxed{M=\frac{mRT}{PV}}$

$$M=\frac{4.41(g)\times 0.082\,(atm.L/mol.k)\times 400(K)}{3.65(atm)\times 0.9(L)}=\boxed{44\,g/mol}$$

مثال / احسب الكتلة المولية لغاز كتلته 0.6g في وعاء حجمه 500mL ودرجة حرارة 227°C علما بان ضغط الغاز يساوي 748Torr.

ج / نحول حجم الغاز من وحدة mL الى وحدة L

$$V_{(L)} = \frac{1_{(L)}}{1000_{(mL)}} \times V_{(mL)} = \frac{1_{(L)}}{1000_{(mL)}} \times 500_{(mL)} = \boxed{0.5\ L}$$

نحول درجة الحرارة من وحدة °C الى وحدة K

$$T\ (K) = t\ (°C) + 273 \rightarrow T\ (K) = 227 + 273 = \boxed{500K}$$

نحول الضغط من torr الى atm : $\boxed{1_{(atm)} = 760_{(Torr)}}$

$$P_{(atm)} = \frac{1_{(atm)}}{760_{(Torr)}} \times P_{(Torr)} = \frac{1_{(atm)}}{760_{(Torr)}} \times 748_{(Torr)} = \boxed{0.984\ atm}$$

ومن العلاقة $\boxed{M = \frac{mRT}{PV}}$

$$M = \frac{0.6_{(g)} \times 0.082_{(atm.L/mol.k)} \times 500_{(K)}}{0.984_{(atm)} \times 0.5_{(L)}} = \boxed{50 g/mol}$$

مثال / 0.31g من غاز كتلته المولية 32g/mol تحت ضغط 1.17atm عند اي درجة حرارة تشغل هذه العينة حجما مقداره 0.23L

ج /

$$\boxed{PV = \frac{m}{M}RT} \rightarrow \boxed{T = \frac{PVM}{mR}} \rightarrow T = \frac{1.17_{(atm)} \times 0.23_{(L)} \times 32_{(g/mol)}}{0.31_{(g)} \times 0.082_{(L.atm/mol.K)}} = \boxed{339\ K}$$

مثال / احسب كتلة مول واحد لغاز كتلته 0.4g ويشغل حجما مقداره 280mL في الظــروف القياسية (STP) ؟

ج / نحول الحجم من وحدة mL الى L ،

$$V_{(L)} = \frac{1_{(L)}}{1000_{(mL)}} \times V_{(mL)} = \frac{1_{(L)}}{1000_{(mL)}} \times 280_{(mL)} = \boxed{0.28\ L}$$

$$M = \frac{mRT}{PV} \rightarrow M = \frac{0.4_{(g)} \times 0.082_{(atm.L/mol.k)} \times 273_{(K)}}{1_{(atm)} \times 0.28_{(L)}} = \boxed{31.98\ g/mol}$$

(قانون دالتون – للضغوط الجزيئية)

نصه (ان الضغط الكلي لخليط من الغازات يساوي مجموع الضغوط الجزئية لكل غاز في الخليط على شرط ان لايحدث تفاعل بينها) .

اي ان $\boxed{P_T = P_1 + P_2 + P_3 + ...}$

حيث P_T تمثل الضغط الكلي و P_1 و P_2 و P_3 تمثل الضغوط الجزئية للغازات المكونة للخليط

مثال / خليط غازي يتكون من H_2 و O_2 فان الضغط الكلي للخليط $P_T = PO_2 + PH_2$

(☆) عدد المولات الكلية لخليط من الغازات تساوي مجموع عدد المولات الجزئية : $\boxed{n_T = n_1 + n_2 + ...}$

حيث n_1 و n_2 تمثل عدد المولات الجزئية للغازات المكونة للخليط ، n_T تمثل عدد المولات الكلية لخليط الغازات

الكسر المولي للغاز Mole Fraction

هو النسبة بين عدد المولات الجزئية لاحد الغازات على مجموع عدد المولات الجزئية لخليط الغازات (عدد المولات الكلية). فمثلاً خليط غازي يتكون من غازين فان الكسر المولي لكل غاز:

$$X_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} = \frac{n_1}{n_T} \qquad X_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = \frac{n_2}{n_T}$$

X_1 و X_2 يمثل الكسر المولي للغاز الاول والثاني على التوالي في خليط غازي .

س/ اشتق المعادلة $P_i = X_i . P_T$ من قانون الغاز المثالي لخليط من غازين في اناء واحد ؟

ج / نطبق قانون الغاز المثالي لكل غاز على حدة لنحصل على ضغطهما :

$$P_1 = \frac{n_1 RT}{V} \text{ ---------- } ① \qquad P_2 = \frac{n_2 RT}{V} \text{ ---------- } ②$$

ومن قانون دالتون ③ ---------- $P_T = P_1 + P_2$

نعوض ① و ② في ③ فنحصل على ④ ---------- $P_T = \frac{n_1 RT}{V} + \frac{n_2 RT}{V} = (n_1 + n_2)\frac{RT}{V}$

بقسمة معادلة ① على معادلة ④ $\frac{P_1}{P_T} = \frac{\frac{n_1 RT}{V}}{(n_1+n_2)\frac{RT}{V}}$

وبحذف المتشابهات نحصل على ⑥ ---------- $\frac{P_1}{P_T} = \frac{n_1}{(n_1+n_2)}$

وبما ان $n_T = n_1 + n_2$ فتصبح المعادلة ⑥ كالاتي : ⑦ ---------- $\frac{P_1}{P_T} = \frac{n_1}{n_T}$

وبنفس الطريقة بقسمة معادلة ② على معادلة ④ وبحذف المتشابهات ⑧ -------- $\frac{P_2}{P_T} = \frac{n_2}{n_T}$

والكسر المولي للغازين ① و ② $X_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = \frac{n_2}{n_T}$ $X_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} = \frac{n_1}{n_T}$

وعند تعويض الكسر المولي بالمعادلة ⑦ و ⑧ نحصل على

⑨ -------- $\frac{P_1}{P_T} = X_1$ و $\frac{P_2}{P_T} = X_2$

وبذلك نحصل على : ⑩ ---------- $P_1 = X_1 \times P_T$ و $P_2 = X_2 \times P_T$

وبشكل عام نكتب معادلة ⑩ كالاتي ⑪ ---------- $P_i = X_i \times P_T$

حيث X_i تمثل الكسر المولي للمكون i و P_i ضغطه الجزئي و P_T الضغط الكلي للخليط الغازي

ملاحظات /

① يمكن كتابة المعادلة ⑪ أعلاه بالصورة الاتية $P_i = \frac{n_i}{n_T} \times P_T$

حيث n_i تمثل المولات الجزئية (n_1 , n_2 , ...)

② مجموع الكسور المولية لمزيج من الغازات يساوي الواحد الصحيح .

$$\frac{n_1}{n_1 + n_2} + \frac{n_2}{n_1 + n_2} + ... = \frac{n_1 + n_2}{n_1 + n_2} = 1 \rightarrow \boxed{X_1 + X_2 + ... = 1}$$

③ يمكن ايجاد الضغط الكلي من القانون العام للغازات بالصورة الاتية : $P_T = \frac{n_T RT}{V}$

مثال / خليط من الغازات النبيلة تحتوي 4.46mol من غاز النيون Ne و 0.74mol من الاركون Ar و 2.15mol من الزينون Xe احسب الضغط الجزئي لكل غاز علما بان الضغط الكلي يساوي 2atm ودرجة الحرارة ثابتة .

ج / اولاً : نجد عدد المولات الكلية (n_T)

$$n_T = n_{Ne} + n_{Ar} + n_{Xe} \rightarrow n_T = 4.46\ mol + 0.74\ mol + 2.15\ mol = \boxed{7.35\ mol}$$

ثانياً : نجد الكسر المولي لكل غاز على حدة .

$$X_{Ne} = \frac{n_{Ne}}{n_T} = \frac{4.46\ mol}{7.35\ mol} = \boxed{0.607}$$

$$X_{Ar} = \frac{n_{Ar}}{n_T} = \frac{0.74\ mol}{7.35\ mol} = \boxed{0.1}$$

$$X_{Xe} = \frac{n_{Xe}}{n_T} = \frac{2.15\ mol}{7.35\ mol} = \boxed{0.293}$$

ثالثاً : نجد الضغط الجزئي لكل غاز من العلاقة الاتية . $P_{gas} = X_{gas} \times P_T$

$$P_{Ne} = X_{Ne}\ P_T = 0.607 \times 2(atm) = \boxed{1.214\ atm}$$

$$P_{Ar} = X_{Ar}\ P_T = 0.1 \times 2(atm) = \boxed{0.2\ atm}$$

$$P_{Xe} = X_{Xe}\ P_T = 0.239 \times 2(atm) = \boxed{0.586\ atm}$$

للتاكد نجمع الضغوط الجزئية المفروض انها =2

$$1.214 + 0.2 + 0.586 = \boxed{2\ atm}$$

ملاحظة / يمكن ايجاد الضغط الجزئي لكل غاز مباشرة من العلاقة الاتية . $P_{gas} = \frac{n_{gas}}{n_T} \times P_T$

تمرين (2-14)

يحتوي اناء على خليط من الغازات الطبيعية الناتجة من تكرير النفط مقاديرها هي 6mol من غاز الميثان و 4mol من الايثان و 2mol من البروبان فاذا علمت ان الضغط الكلي لها 6atm . احسب الضغط الجزئي لكل غاز ؟

ج / نجد عدد المولات الكلية (n_T)

$$n_T = n_{CH_4} + n_{C_2H_6} + n_{C_3H_8} \rightarrow n_T = 6\ mol + 4\ mol + 2\ mol = \boxed{12\ mol}$$

نجد الكسر المولي لكل غاز على حدة .

$$X_{CH_4} = \frac{n_{CH_4}}{n_T} = \frac{6\ mol}{12\ mol} = \frac{1}{2},\ X_{C_2H_6} = \frac{n_{C_2H_6}}{n_T} = \frac{4\ mol}{12\ mol} = \frac{1}{3},\ X_{C_3H_8} = \frac{n_{C_3H_8}}{n_T} = \frac{2\ mol}{12\ mol} = \frac{1}{6}$$

نجد الضغط الجزئي (P_i) لكل غاز من العلاقة الاتية . $P_{gas} = X_{gas} \times P_T$

$$P_{CH_4} = X_{CH_4} \times P_T = \frac{1}{2} \times 6\ (atm) = \boxed{3\ atm}$$

$$P_{C_2H_6} = X_{C_2H_6} \times P_T = \frac{1}{3} \times 6\ (atm) = \boxed{2\ atm}$$

$$P_{C_3H_8} = X_{C_3H_8} \times P_T = \frac{1}{6} \times 6\ (atm) = \boxed{1\ atm}$$

للتاكد نجمع الضغوط الجزئية المفروض انها =6atm

$$3 + 2 + 1 = \boxed{6\ atm}$$

مثال / يحضر غاز الاوكسجين O_2 من التسخين الشديد لكلورات البوتاسيوم بوجود MnO_2 كعامل مساعد وجمع الغاز بازاحة الماء نحو الاسفل بدرجة حرارة 24°C وتحت ضغط 762.4mmHg وكان حجمه 128mL أحسب كتلة الغاز بالغرام علما بان الكتلة المولية للاوكسجين تساوي 32g/mol وضغط بخار الماء يساوي 22.4mmHg بدرجة حرارة 24°C.

ج / ان غاز O_2 المجموع في القنينة في هذه التجربة يكون ممزوجاً مع كمية من بخار الماء ، وبذلك يمثل الضغط 762.4mmHg الضغط الكلي لخليط يتكون من غاز O_2 وبخار الماء H_2O لذا علينا ايجاد ضغط O_2 الجزئي

$$P_T = P_{O_2} + P_{H_2O} \rightarrow 762.4 = P_{O_2} + 22.4 \rightarrow P_{O_2} = \boxed{740\ mmHg}$$

لايجاد الكتلة باستخدام معادلة الغاز المثالي يجب ان يكون الضغط بوحدة atm (جو) والحجم بوحدة اللتر L ودرجة الحرارة بوحدة كلفن (K)

- **لذا نحول الضغط (PO_2) من mmHg الى atm**

$$p_{(atm)} = \frac{1\ (atm)}{760\ (mmHg)} \times P\ (mmHg) = \frac{1\ (atm)}{760\ (mmHg)} \times 740\ (mmHg) = \boxed{0.974\ atm}$$

* ونحول حجم الغاز من وحدة mL الى وحدة L

$$V_{(L)} = \frac{1_{(L)}}{1000_{(mL)}} \times V_{(mL)} = \frac{1_{(L)}}{1000_{(mL)}} \times 128\ (mL) = \boxed{0.128\ L}$$

* ونحول درجة الحرارة من وحدة °C الى وحدة K :

$$T\ (K) = t\ (°C) + 273 = 24 + 273 = \boxed{297\ K}$$

*وباستخدام معادلة الغاز المثالي :

$$\boxed{PV = \frac{m}{M}RT} \rightarrow \boxed{m = \frac{PVM}{RT}} \rightarrow m = \frac{0.974\ (atm) \times 0.128\ (L) \times 32\ (g/mol)}{0.082\ (L.atm/mol.K) \times 297\ (K)} = \boxed{0.164\ g}\ \text{(كتلة غاز } O_2)$$

تمرين (2-15)

حضر غاز الهيدروجين من تفاعل الكالسيوم مع الماء وجمع بازاحة الماء الى الاسفل بدرجة حرارة 30°C وتحت ضغط 988mmHg وكان حجمه 641mL احسب كتلة غاز الهيدروجين بالغرام علما بان الكتلة المولية من H_2 تساوي 2g/mol وضغط بخار الماء بدرجة 30°C يساوي 31.82mmHg .

ج / ان غاز H_2 المجموع يكون ممزوجاً مع كمية من بخار الماء وبذلك يمثل الضغط 988mmHg الضغط الكلي لخليط يتكون من غاز H_2 وبخار الماء H_2O. لذا يجب ايجاد الضغط الجزئي لـ H_2 (P_{H_2})

$$P_T = P_{H_2} + P_{H_2O} \rightarrow 988 = P_{H_2} + 31.82 \rightarrow P_{H_2} = 988 - 31.82 = \boxed{956.18\ mmHg}$$

* نحول الضغط (P_{H_2}) من وحدة mmHg الى atm

$$P_{atm} = \frac{1\ (atm)}{760\ (mmHg)} \times P_{mmHg} \rightarrow P_{H_2} = \frac{1\ (atm)}{760\ (mmHg)} \times 956.18 (mmHg) = \boxed{1.258\ atm}$$

* نحول حجم الغاز (VH_2) من وحدة mL الى وحدة L

$$V_{(L)} = \frac{1 (L)}{1000 (mL)} \times V_{(mL)} = \frac{1 (L)}{1000 (mL)} \times 641 (mL) = \boxed{0.641\ L}$$

* نحول درجة الحرارة من وحدة °C الى وحدة K : $T(K) = t(°C) + 273 = 30 + 273 = \boxed{303\ K}$

* وباستخدام معادلة الغاز المثالي $\boxed{PV = \frac{m}{M}RT} \rightarrow \boxed{m = \frac{PVM}{RT}}$

(كتلة غاز H_2) $$m = \frac{1.258\ (atm) \times 0.641\ (L) \times 2\ (g/mol)}{0.082\ (L.atm/mol.K) \times 303\ (K)} = \boxed{0.065\ g}$$

تمرين (2-16)

عينة من الهواء كان الضغط الجزئي لكل غاز من مكونات العينة كالاتي:
للنتروجين 569Torr وللاوكسجين 116Torr ولثنائي اوكسيد الكاربون 28Torr ولبخار الماء 0.47Torr. فما هي نسبة هذه الغازات في الهواء محسوبة بالكسر المولي .

ج / نستخرج اولاً P_T (الضغط الكلي)

$$P_T = P_{N_2} + P_{O_2} + P_{CO_2} + P_{H_2O}$$
$$= 569 (Torr) + 116 (Torr) + 28 (Torr) + 0.47 (Torr) = \boxed{713.47\ Torr}$$

لايجاد الكسر المولي (X_i) لكل غاز في الخليط الغازي (الهواء)

نستخدم العلاقة الاتية/

$$P_{gas} = X_{gas}\ P_T \rightarrow X_{gas} = \frac{P_{gas}}{P_T}$$

نسبة الكسر المولي لغاز النتروجين $$X_{N_2} = \frac{P_{N_2}}{P_T} = \frac{569\ (Torr)}{713.47\ (torr)} = \boxed{0.7975}$$

$$X_{O_2} = \frac{P_{O_2}}{P_T} = \frac{116\ (Torr)}{713.47\ (Torr)} = \boxed{0.1626}$$

$$X_{CO_2} = \frac{P_{CO_2}}{P_T} = \frac{28\ (Torr)}{713.47\ (Torr)} = \boxed{0.0392}$$

$$X_{H_2O} = \frac{P_{H_2O}}{P_T} = \frac{0.47\ (Torr)}{713.47\ (Torr)} = \boxed{0.0007}$$

وللتاكد من صحة الاجابة نجمع الكسور المولية للغازات والمفترض ان =1

$$0.7975 + 0.1626 + 0.0392 + 0.0007 = \boxed{1}$$

مثال / يحتوي دورق حجمه $2L$ في درجة حرارة $7°C$ على خليط من الغازات $3.2g$ من الاوكسجين و $0.4g$ من الهيليوم و $14g$ من النتروجين. احسب الضغط الكلي للخليط علما بان الكتلة المولية للاوكسجين تساوي 32 والنتروجين 28 والهيليوم 4 بوحدات g/mol .

ج / $n_{O_2} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{3.2\ (g)}{32\ (g/mol)} = \boxed{0.1\ mol}$ $n_{He} = \frac{0.4\ (g)}{4\ (g/mol)} = \boxed{0.1\ mol}$ $n_{N_2} = \frac{14\ (g)}{28\ (g/mol)} = \boxed{0.5\ mol}$

لايجاد مجموع عدد المولات الكلي للخليط $n_T = n_{O_2} + n_{He} + n_{N_2} = 0.1 + 0.1 + 0.5 = \boxed{0.7\ mol}$

نحول وحدة $°C$ الى K $T(K) = t(°C) + 273 = 7 + 273 = \boxed{280\ K}$

وباستخدام معادلة الغاز المثالي $\boxed{P_T = \frac{n_T RT}{V}}$

(الضغط الكلي) $P_T = \frac{0.7\ (mol) \times 0.082\ (atm.L/mol.K) \times 280\ (K)}{2\ (L)} = \boxed{8.036\ atm}$

مثال / وعاءان متصلان بصمام . الاول حجمه $1L$ يحتوي على غاز CO_2 تحت ضغط $720 Torr$ والثاني حجمه $2L$ يحتوي على غاز N_2 تحت ضغط $540 Torr$ أحسب الضغط الكلي عند فتح الصمام على فرض ثبوت درجة الحرارة .

ج / عند فتح الصمام سوف ينتشر الغازان ويختلطان . فيصبح الحجم عبارة عن مجموع حجمي الغازين وبالتالي سوف يتغير ضغط كل منهما **(قانون بويل)** وعليه فالحجم الكلي (V_2): $V_2 = V_{CO_2} + V_{N_2} = 1 + 2 = \boxed{3\ L}$

نحسب الضغط الجزئي لكل غاز باستخدام (علاقة بويل) $\boxed{P_1V_1 = P_2V_2} \rightarrow P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$

$P_2 = \frac{720\ (Torr) \times 1\ (L)}{3\ (L)} = \boxed{240\ (Torr)} = P_{CO_2}$ $P_2 = \frac{540 (Torr) \times 2 (L)}{3\ (L)} = \boxed{360\ (Torr)} = P_{N_2}$

لايجاد الضغط الكلي للخليط $P_T = P_{CO_2} + P_{N_2} = 240 (Torr) + 360 (Torr) = \boxed{600\ Torr}$

ملاحظة/ لا يمكن تطبيق قانون دالتون $P_T = P_{CO_2} + P_{N_2}$ في السؤال اعلاه مباشرة على الضغوط الجزيئية المعطاة في السؤال لان الحجم تغير بعد فتح الصمام وبذلك فان الضغط الجزئي لكل غاز قد تغير

تمرين (2-17)

كم هو الضغط الكلي الناتج عن خلط 20mL من N_2 وتحت ضغط 740Torr مع 30mL من O_2 وعند ضغط 640Torr إذا تم خلطها في وعاء حجمه 50mL علما بان درجة الحرارة ثابتة ؟

ج / بما ان حجم الوعاء =50mL ، اذن الحجم الكلي V_2 = 50mL

نحسب الضغط الجزئي لكل غاز في الخليط باستخدام (علاقة بويل)

$$\boxed{P_1V_1 = P_2V_2} \rightarrow P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

$$P_{2(N_2)} = \frac{740\ (Torr) \times 20\ (mL)}{50\ (mL)} = \boxed{296\ (Torr)} \qquad P_{2(O_2)} = \frac{640 (Torr) \times 30 (mL)}{50 (mL)} = \boxed{384\ (Torr)}$$

لايجاد الضغط الكلي للخليط (P_T) :

$$P_T = P_{N_2} + P_{O_2} = 296\ (Torr) + 384\ (Torr) = \boxed{680\ Torr}$$

س/ احسب الكتلة المولية لغاز اذا علمت ان *(0.638g)* منه تحتل حجما مقداره *(223ml)* في درجة حرارة *(23°C)* وضغط *(758Torr)* .

ج / $T (K) = t (°C) + 273 = 23 + 273 = \boxed{296\ K}$

V(L)	V(mL)
1	1000
x	223

$$X = \frac{1\ (L) \times 223\ (mL)}{1000\ (mL)} = \boxed{0.223\ (L)}$$

P(atm)	P(Torr)
1	760
y	758

$$y = \frac{1 (atm) \times 758 (Torr)}{760\ (Torr)} = \boxed{0.997\ (atm)}$$

$$\boxed{PV = \frac{m}{M}RT} \rightarrow \boxed{M = \frac{mRT}{PV}} \quad M = \frac{0.638\ (g) \times 0.082\ (L.atm/mol.K) \times 296 (K)}{0.997 (atm) \times 0.223\ (L)} = \boxed{69.65\ g/mol}$$

ملاحظة / يمكن استخدام العلاقة $\boxed{PV = nRT}$

لاستخراج n ثم نحسب الكتلة المولية M باستخدام $M = \frac{m}{n}$

س/ عينة من غاز الاركون تم تجميعها فوق سطح الماء حيث وجد ان حجمها يساوي (200mL) كما وجد ان الضغط الكلي في هذا الوعاء ذي درجة حرارة (27°C) يساوي (763Torr). احسب كتلة هذا الغاز علما بان ضغط بخار الماء عند درجة حرارة (27°C) = 26.7Torr ؟ (الكتلة الذرية لـ (40g/mol=Ar).

ج / نحسب الضغط الجزئي للاركون

$$P_T = P_{Ar} + P_{H_2O} \rightarrow P_{Ar} = P_T - P_{H_2O} = 763 - 26.7 = \boxed{736.3\ Torr}$$

نحول الضغط من وحدة Torr الى atm :

$$\frac{736.3\ Torr}{760\ (Torr/atm)} = \boxed{0.968\ atm}$$

نحول الحجم من وحدة mL الى L: $\boxed{1(L) = 1000\ (mL)}$

$$\frac{200\ (mL)}{1000(\frac{mL}{L})} = \boxed{0.2\ (L)}$$

نحول وحدة °C الى K : $T(K) = t(°C) + 273 = 27°C + 273 = \boxed{300\ K}$

$$\boxed{PV = nRT} \rightarrow n_{Ar} = \frac{PV}{RT} = \frac{0.968\ (atm) \times 0.2\ (L)}{0.082\ (L.atm/mol.K) \times 300\ (K)} = \frac{0.1936}{24.6} = \boxed{0.007\ mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \rightarrow m = n_{(mol)} \times M_{(g/mol)} = 0.007(mol) \times 40(g/mol) = \boxed{0.28\ g}\ Ar$$

ملاحظة/ يمكن حل السؤال باستخدام العلاقة $m = \frac{PVM}{RT}$ بعد ايجاد P_{Ar}

قانون الانتشار لكراهام Graham's Low of Diffusion

(سرعة الانتشار للغازات النافذة خلال الثقوب الصغيرة تتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي للكتلة المولية M)

وسرعة الانتشار هذه تتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكثافة الغاز .

وعليه فان:

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

حيث r_1 و r_2 تمثل سرعتي نفاذ (انتشار) الغاز الاول والثاني على التوالي

ρ_1 و ρ_2 تمثل كثافتي الغاز الاول والثاني على التوالي

M_1 و M_2 تمثل الكتل المولية للغاز الاول والثاني على التوالي

- كلما زادت سرعة الانتشار لغاز قل الزمن اللازم للانتشار في درجة حرارة وضغط معينين (علاقة عكسية)

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{t_2}{t_1}$$

حيث t_1 و t_2 تمثل ازمان الانتشار للغاز الاول والثاني على التوالي.

يمكن جمع قوانين كراهام بقانون واحد على الصورة الاتية :

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \frac{t_2}{t_1}$$

ملاحظات /

(1) ان سرعة انتشار الغازات ذات الكثافة العالية تكون اقل من سرعة انتشار الغازات ذات الكثافة الواطئة.
اي ان (الغاز الاخف يكون اسرع انتشاراً من الغاز الثقيل) .

(2) نلاحظ التناسب الطردي بين الكثافة والكتلة المولية والزمن بينما سرعة الانتشار للغاز تتناسب عكسياً.

(3) ان وحدة قياس سرعة انتشار الغاز هي مليلتر \ ثا (mL/s) ∴ سرعة الانتشار = $\frac{\text{الحجم}}{\text{الزمن}}$

(4) يمكن اخذ اي علاقتين من علاقات كراهام لحل السؤال .

مثال / **اذا علمت ان سرعة انتشار غاز الاوكسجين خلال حاجز مسامي يساوي $8mL/s$ فما سرعة انتشار غاز الهيدروجين خلال نفس الحاجز علما بان كثافة غاز الاوكسجين تساوي $1.44\ (g/L)$ وكثافة غاز الهيدروجين تساوي $0.09\ (g/L)$ خلال نفس الظروف من ضغط ودرجة حرارة .**

ج /
$$\frac{r_{H_2}}{r_{O_2}} = \sqrt{\frac{\rho_{O_2}}{\rho_{H_2}}} \rightarrow \frac{r_{H_2}}{8\ (mL/S)} = \sqrt{\frac{1.44\ (g/L)}{0.09\ (g/L)}}$$

$$\frac{r_{H_2}}{8\ (mL/S)} = \sqrt{16} \rightarrow r_{H_2} = 8\ (mL/s) \times 4 = \boxed{32\ (mL/s)}$$ سرعة انتشار غاز الهيدروجين

تمرين (18-2)

سرعة انتشار غاز O_2 تساوي •• • •8 وسرعة انتشار غاز الهيدروجين •• • •32 . فما الكتلة المولية للهيدروجين اذا علمت ان الكتلة المولية من O_2 تساوي • • •• •32 ؟

ج / (بتربيع الطرفين)
$$\frac{r_{H_2}}{r_{O_2}} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_{H_2}}} \rightarrow \frac{32\ (mL/S)}{8\ (mL/S)} = \sqrt{\frac{32\ (g/mol)}{M_{H_2}}} \rightarrow 4 = \sqrt{\frac{32\ (g/mol)}{M_{H_2}}}$$

$$16 = \frac{32\ (g/mol)}{M_{H_2}} \rightarrow M_{H_2} = \frac{32\ (g/mol)}{16} = \boxed{2\ (g/mol)}$$

س / **الكتلة المولية لغاز كلوريد الهيدروجين (HCl) • • •• •36.5 ولغاز الامونيا (NH_3) • • •• ••17 اوجد نسبة سرعة انتشار الغازين ، ثم بين ايهما اسرع انتشارا ؟**

ج / (نسبة سرعة انتشار الغازين)
$$\frac{r_{NH_3}}{r_{HCl}} = \sqrt{\frac{M_{HCl}}{M_{NH_3}}} \rightarrow \frac{r_{NH_3}}{r_{HCl}} = \sqrt{\frac{36.5\ (g/mol)}{17\ (g/mol)}} \rightarrow \frac{r_{NH_3}}{r_{HCl}} = \sqrt{2.15} = \boxed{1.5}$$

أي ان سرعة انتشار غاز • • $\boxed{r_{NH_3} = 1.5 \times r_{HCl}}$ ∴تكون اسرع من غاز • • • بالمقدار • •

ملاحظة / ان غاز NH_3 اسرع من غاز HCl لان NH_3 اخف (كتلته المولية اقل) .

مثال / **عينة من غاز النتروجين انتشرت خلال ثقب صغير بمعدل انتشار مقداره •• • •2.65 احسب معدل سرعة انتشار غاز NH_3 عند خروجه من نفس الثقب . علما بان الكتلة المولية من N_2 تساوي • • •• •28 و NH_3 يساوي • • •• ••17 .**

ج / وبتربيع الطرفين
$$\frac{r_{N_2}}{r_{NH_3}} = \sqrt{\frac{M_{NH_3}}{M_{N_2}}} \rightarrow \frac{2.65\ (mL/S)}{r_{NH_3}} = \sqrt{\frac{17\ (g/mol)}{28\ (g/mol)}}$$

وبجذر الطرفين
$$\frac{7.0225\ (mL/s)^2}{r^2_{NH_3}} = \frac{17}{28} \rightarrow r^2_{NH_3} = \frac{28 \times 7.0225}{17} = \boxed{11.56\ (mL/s)^2}$$

$$r_{NH_3} = \boxed{3.40\ (mL/s)}$$ سرعة انتشار غاز الامونيا

مثال / تنتشر عينة من غاز الهيدروجين خلال ثقب في 5s وينتشر غاز معين اخر خلال نفس الثقب تحت نفس الظروف في 20s. احسب الكتلة المولية للغاز الثاني اذا علمت ان الكتلة المولية لغاز الهيدروجين تساوي 2g/mol

ج / وبتربيع الطرفين

$$\frac{t_{gas}}{t_{H_2}} = \sqrt{\frac{M_{gas}}{M_{H_2}}} \rightarrow \frac{20\ (s)}{5\ (s)} = \sqrt{\frac{M_{gas}}{2\ (g/mol)}} \rightarrow 4 = \sqrt{\frac{M_{gas}}{2\ (g/mol)}}$$

الكتلة المولية للغاز الثاني

$$16 = \frac{M_{gas}}{2\ (g/mol)} \rightarrow M_{gas} = \boxed{32\ (g/mol)}$$

تمرين (2-19)

عينة من غاز الزينون يحتاج الى دقيقة و 8.3 ثانية لكي ينتشر من خلال فوهة صغيرة. احسب الكتلة المولية لغاز اذا علمت ان الزمن الذي استغرقه في الانتشار من نفس الفوهة وتحت نفس الظروف كان 57s علما بان الكتلة المولية من غاز الزينون Xe تساوي 131.3g/mol

ج / زمن انتشار غاز الزينون Xe

$$8.3 + 60 = \boxed{68.3\ s} \quad \text{أو} \quad (1min \times \frac{60\ s}{1\ min}) + 8.3\ s = 68.3\ s$$

وبتربيع الطرفين

$$\frac{t_{Xe}}{t_1} = \sqrt{\frac{M_{Xe}}{M_1}} \rightarrow \frac{68.3 (s)}{57 (s)} = \sqrt{\frac{131.3\ (g/mol)}{M_1}} \rightarrow 1.2 = \sqrt{\frac{131.3}{M_1}}$$

الكتلة المولية للغاز

$$1.44 = \frac{131.3\ (g/mol)}{M_1} \rightarrow M_1 = \boxed{91.18\ (g/mol)}$$

تمرين (2-20)

علل / تنتشر جزيئات الامونيا بسرعة اكبر من جزيئات الروائح والعطور ؟

ج / لان جزيئات الامونيا اخف (**اقل كتلة مولية**) من جزيئات الروائح والعطور .

س/ غاز كتلته المولية 2g/mol ينتشر بزمن قدره ربع زمن انتشار غاز اخر . جد الكتلة المولية للغاز الاخر ؟

ج / وبتربيع الطرفين

$$\frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \rightarrow \frac{t_2}{\frac{1}{4}t_2} = \sqrt{\frac{M_2}{2 (g/mol)}} \rightarrow 4 = \sqrt{\frac{M_2}{2\ (g/mol)}}$$

الكتلة المولية للغاز الاخر

$$16 = \frac{M_2}{2\ (g/mol)} \rightarrow M_2 = \boxed{32\ (g/mol)}$$

س/ ينتشر غاز الميثان CH_4 خلال فتحة ضيقة بزمن $20s$ وينتشر غاز اخر خلال نفس الفتحة بزمن $40s$ احسب الكتلة المولية للغاز الاخر . ك.ذ: (C=12 , H=1) ؟

ج/ $M_{CH_4} = (1\times12) + (4\times1) = \boxed{16\ g/mol}$

$$\frac{t_{CH_4}}{t_{gas}} = \sqrt{\frac{M_{CH_4}}{M_{gas}}} \rightarrow \frac{20\ (S)}{40\ (S)} = \sqrt{\frac{16\ (g/mol)}{M_{gas}}} \rightarrow \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{16 (g/mol)}{M_{gas}}}$$ بتربيع الطرفين

$$\frac{1}{4} = \frac{16 (g/mol)}{M_{gas}} \rightarrow M_{gas} = 4\times16 (g/mol) = \boxed{64\ (g/mol)}$$ الكتلة المولية للغاز الاخر

س/ واحد لتر من غاز N_2 كتلته $4g$، بينما نصف لتر من غاز اخر كتلته $2g$ تحت نفس الظروف . احسب الكتلة المولية للغاز الاخر علما ان ك.ذ لـ (N=14) ؟

ج/ $M_{N_2} = (2\times14) = \boxed{28\ g/mol}$ $\quad \rho_{N_2} = \frac{m}{V} = \frac{4\ (g)}{1\ (L)} = \boxed{4\ g/L}$ $\quad \rho_{gas} = \frac{m}{V} = \frac{2\ (g)}{\frac{1}{2}\ (L)} = \boxed{4\ g/L}$

$$\sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \rightarrow \sqrt{\frac{\rho_{gas}}{\rho_{N_2}}} = \sqrt{\frac{M_{gas}}{M_{N_2}}} \rightarrow \sqrt{\frac{4\ (g/L)}{4\ (g/L)}} = \sqrt{\frac{M_{gas}}{28\ (g/mol)}}$$ وبتربيع الطرفين

$$1 = \frac{M_{gas}}{28 (g/mol)} \rightarrow M_{gas} = 1\times28 (g/mol) = \boxed{28\ (g/mol)}$$ الكتلة المولية للغاز الاخر

س/ خلال نفس الظروف من ضغط ودرجة حرارة . نصف لتر من غاز O_2 كتلته $(0.72g)$ بينما كتلة اللتر الواحد من غاز اخر $0.09g$؟ ماهي النسبة بين سرعة انتشار غاز الاوكسجين وسرعة انتشار الغاز الاخر؟

ج/ $\rho_{O_2} = \frac{m}{V} = \frac{0.72\ (g)}{½\ (L)} = \boxed{1.44\ g/L}$ $\quad \rho_{gas} = \frac{m}{V} = \frac{0.09\ (g)}{1\ (L)} = \boxed{0.09\ g/L}$

$$\frac{r_{O_2}}{r_{gas}} = \sqrt{\frac{\rho_{gas}}{\rho_{O_2}}} \rightarrow \frac{r_{O_2}}{r_{gas}} = \sqrt{\frac{0.09\ (g/L)}{1.44\ (g/L)}} \rightarrow \frac{r_{O_2}}{r_{gas}} = \frac{0.3}{1.2} \rightarrow \frac{r_{O_2}}{r_{gas}} = \frac{1}{4}$$

(النظرية الحركية للغازات- Kinetic Theory of Gases)

تفترض مايلي :

(1) تتكون الغازات من عدد كبير من الجزيئات تفصل بينها مسافات كبيرة نسبياً حيث يهمل حجم الجزيئة لصغرها مقارنة بالحجم الذي يشغله الغاز .

(2) جزيئات الغاز في حالة حركة سريعة وعشوائية وبخطوط مستقيمة حيث تصطد مع بقية جزيئات الغاز وبجدران الوعاء الحاوي لها .

(3) لايوجد تجاذب او تنافر بين جزيئات الغاز .

(4) ان ضغط الغاز ناتج من التصادمات التي تحدثها جزيئاته مع جدران الوعاء الذي يحتويها .

(5) ان معدل سرعة حركة جزيئات الغاز يتناسب طردياً مع درجة الحرارة المطلقة للغاز .

س/ ماهو الغاز المثالي ، وماصفاته المفترضة ؟

ج / الغاز المثالي : وهو الغاز الذي يطيع قوانين الغازات او المعادلة العامة للغازات تحت كل الظروف من ضغط ودرجة حرارة . وهو نموذج افتراضي لاوجود له في الحقيقة

من صفاته:

(1) ان الحجم الذي يشغله الجزيء معدوم مقارنة بالحجم الكلي للغاز (وهي حالة مستحيلة)

(2) لاوجود لقوى التجاذب بين جزيئات الغاز .

الغاز الحقيقي (غير المثالي) :

وهو الغاز الموجود في الطبيعة الذي يحيد عن السلوك المثالي ولايطيع قوانين الغازات او المعادلة العامة للغازات بصورة مضبوطة تحت ظروف معينة .

علل / حيود الغازات الحقيقية عن سلوك الغاز المثالي ؟

علل / لايسلك اي غاز السلوك المثالي عند جميع درجات الحرارة والضغوط ؟

ج / لان جزيئات الغاز الحقيقي تشغل حجم معين . كما ان لجزيئات الغاز الحقيقي قوى تجاذب فيما بينها مما يمكن اقتراب جزيئات الغاز من بعضها . وهذا مخالف لما هو مفترض من صفات الغاز المثالي

علل / يمكن تحويل الغاز الحقيقي الى سائل ؟

ج / بسبب وجود قوى تجاذب بين جزيئاته وعند اقتراب جزيئات الغاز من بعضها الى الحد الموجود بين جزيئات السائل بعملية التكثيف باستخدام الضغط والتبريد تؤدي الى تحوله الى الحالة السائلة

علل / لايمكن تسييل الغاز المثالي ؟

ج / لعدم وجود قوى التجاذب بين جزيئاته .

تمرين (2-21)

فسر معنى الجملة الاتية (لا يسلك أي غاز السلوك المثالي عند جميع درجات الحرارة والضغوط) وعند أي ظروف تسلك الغازات الحقيقية سلوك الغازات المثالية ولماذا ؟

ج / أي ان جميع الغازات تحيد عن سلوك الغاز المثالي نتيجة تاثرها بتغير درجة الحرارة او الضغط (الحجم) . وتسلك الغازات الحقيقية سلوك الغازات المثالية عند ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الضغط .

السبب: لان معدل الفراغ بين الجزيئات تحت هذه الظروف يكون كبيراً جداً بحيث ان الحجم الذي تشغله الجزيئات يعد حجماً متناهياً في الصغر مقارنة بحجم الغاز الكلي . كما ان الجزيئات تحت هذه الظروف تتحرك بسرعة كبيرة جداً ويكون معدل المسافة بينها كبير جداً الى الحد الذي يمكن اهمال قوى التجاذب .

علل / انحراف الغاز الحقيقي عن السلوك المثالي عند الضغوط العالية ودرجات الحرارة المنخفضة ؟

ج / لانه في هذه الظروف يقل الحجم فتصبح الجزيئات اكثر تقارباً من بعضها وبذلك لايمكن اهمال حجم الجزيئات ، كما تقل السرعة (الطاقة الحركية) للجزيئات فتصبح قوى التجاذب بينها كبيرة وبذلك لايمكن اهمال قوى التجاذب ، وهذا مخالف لصفات الغاز المثالي .

علل/ يمكن اسالة الغاز الحقيقي عند تعرضه لضغط عالي ودرجة حرارة منخفضة (تبريد) ؟

ج / السبب هو ان الطاقة الحركية لجزيئات الغاز تقل وتقترب الجزيئات من بعضها البعض الى درجة تصبح فيها قوى التجاذب كبيرة جداً وبالتالي تحول الغاز الى سائل .

درجة الحرارة الحرجة Critical Temperature

هي تلك الدرجة الحرارية التي لايمكن تحويل غاز درجة حرارته اعلى منها الى سائل مهما زاد الضغط المسلط عليه

الضغط الحرج Critical Pressure

هو الضغط اللازم تسليطه على غاز في درجة الحرارة الحرجة لكي يتحول الى سائل .

الحجم الحرج Critical Volume

وهو حجم مول واحد من الغاز في الدرجة الحرارية الحرجة والضغط الحرج .

الضغط البخاري للسائل Vapoure Pressure

هو الضغط الذي تنتجه جزيئات البخار التي هي في حالة توازن مع جزيئات السائل بدرجة حرارة معينة .

درجة غليان السائل Boiling Temperature

هي الدرجة الحرارية التي يتساوي عندها ضغط بخار السائل مع الضغط الخارجي .

ملاحظات /

(1) يزداد ضغط البخار عند زيادة درجة الحرارة الى ان يصبح ضغط البخار مساوياً للضغط المسلط عليه حيث يبدأ السائل بالغليان .

(2) تدعى درجة الغليان عندما يكون الضغط المسلط على السائل يساوي الضغط الجوي الاعتيادي (1atm) بدرجة الغليان الاعتيادية .

(3) درجة الغليان الاعتيادية للماء (=100°C)

(4) كلما ارتفعنا عن سطح الارض ينخفض الضغط الجوي مما يؤدي الى نقصان درجة غليان السائل (اي ان درجة غليان الماء ستكون اقل من 100°C) .

(5) يرتفع الضغط تحت مستوى سطح الارض وهذا يؤدي الى ارتفاع درجة غليان السائل (اي ان درجة غليان الماء اعلى من 100°C) .

مفاهيم اساسية

- **الحجم Volume**

حجم المادة مقدار الحيز الذي تشغله تلك المادة، وان حجم الغاز هو نفسه حجم الإناء الذي يوجد فيه الغاز.

- **الضغط Pressure**

القوة المسلطة على وحدة المساحة.

- **قانون شارل Charles Law**

يتناسب حجم كمية محدودة من الغاز تناسباً طردياً مع درجة الحرارة بالكلفن عند ثبوت الضغط وكمية الغاز.

- **قانون غي لوساك Gay Lussac Law**

ضغط كتلة معينة من الغاز يتغير تغيراً طردياً مع درجة حرارته بالكلفن اذا كانت كميته وحجمه ثابتان.

- **قانون افوكادرو Avogadro's Law**

تحتوي الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة على عدد مولات متساوية عند ثبوت درجة الحرارة والضغط.

- **قانون دالتون للضغوط الجزئية Dalton's law of partial pressures**

ان الضغط الكلي لخليط من الغازات يساوي مجموع الضغوط الجزئية لخليط الغازات على شرط ان لا يحدث تفاعل بينها.

- **الكسر المولي mole fraction**

النسبة بين عدد المولات الجزئية لاحد الغازات على مجموع المولات الجزئية لخليط الغازات.

- **قانون الانتشار لكراهام Graham's Law of Diffusion**

سرعة الانتشار للغازات النافذة خلال الثقوب الصغيرة تتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي للكتلة المولية.

- **الضغط الحرج Critical Pressure**

الضغط اللازم تسليطه على غاز في درجة الحرارة الحرجة لكي يتحول الى سائل.

- **الضغط البخاري للسائل Vapour Pressure**

الضغط الذي تنتجه جزيئات البخار التي هي في حالة توازن مع جزيئات السائل بدرجة حرارة معينة.

- **درجة غليان السائل Boiling Temperature**

هي الدرجة الحرارية التي يتساوى عندها ضغط بخار السائل مع الضغط الخارجي.

- **الغاز المثالي Ideal gase**

الغاز الذي يطيع قوانين الغازات او المعادلة العامة للغازات تحت كل الظروف من درجة الحرارة والضغط.

- **الغاز الحقيقي Real gase**

الغاز الذي يحيد عن السلوك المثالي يسمى بالغاز الحقيقي او غير المثالي.

- **درجة الحرارة الحرجة Critical Tempreture**

الدرجة الحرارية التي لا يمكن تحويل غاز درجة حرارته اعلى منها الى سائل مهما زاد الضغط المسلط عليه.

- **الحجم الحرج Critical Volume**

حجم مول واحد من الغاز في الدرجة الحرارية الحرجة والضغط الحرج.

- **قانون بويل Boyle's law**

يتناسب حجم الغاز عكسياً مع الضغط المسلط عليه عند ثبوت درجة الحرارة وكمية الغاز.

اسئلة الفصل الثاني وحلولها

ملاحظة :

ك . ذ (C=12 , O= 16 , H= 1 , N = 14 , He = 4 , F = 19 , S = 32, Na = 23)

س1/ اسطوانة محرك سيارة (حجرة الاحتراق) ذات حجم مقداره •0.5 ملئت بمزيج بخار البنزين والهواء تحت ضغط ••1• ماهو الضغط الواجب تسليطه على هذا المزيج ليصبح حجمه • •57 قبل اشغاله بواسطة شمعة القدح ؟ (اعتبر مزيج بخار البنزين والهواء عبارة عن غاز واحد) .

ج / $V_{2(L)} = 57_{(mL)} \times \frac{1_{(L)}}{1000_{(mL)}} = \boxed{0.057\ L}$

$\boxed{P_1V_1 = P_2V_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2} = \frac{1\ (atm) \times 0.5\ (L)}{0.057\ (L)} = \boxed{8.77\ atm}$

س2/ بالون مليء بالهيليوم حجمه •50 عند درجة 25°C وتحت ضغط ••1.08 ماحجم البالون بعد ارتفاعه الى مستوى يصبح فيه الضغط ••0.885 ودرجة الحرارة 10°C؟

ج / نحول درجة °C الى K $T (K) = t(°C) + 273$

$T_1(K) = 25 + 273 = \boxed{298\ K}$ ، $T_2(K) = 10 + 273 = \boxed{283\ K}$

$\boxed{\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}} \Rightarrow V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1} = \frac{1.08(atm) \times 50\ (L) \times 283\ (K)}{0.885\ (atm) \times 298\ (K)} = \frac{15282}{263.73} = \boxed{57.9\ L}$

س3/ عينة من غاز سداسي فلوريد الكبريت SF_6 تشغل حجما قدره •200 • بدرجة 27°C وضغط ••570 احسب حجمها في الظروف القياسية (STP) ؟

ج / نحول درجة الحرارة °C الى K : $T (K) = t(°C) + 273$

$T_1(K) = 27 + 273 = \boxed{300\ K}$, $T_2 = 273$ ظروف قياسية

$\boxed{\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}} \Rightarrow V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1} = \frac{570(atm) \times 200\ (mL) \times 273\ (K)}{1\ (atm) \times 300\ (K)}$

$= 103740\ (mL) = \boxed{103.74\ L}$ عند (STP)

س 4 / ماهو الحجم الذي يشغله •5 من غاز الاستيلين C_2H_2 (أحد مكونات الشعلة الاوكسي استيلينية) بدرجة 50°C وتحت ضغط •••740 ؟

ج / نحول درجة °C الى K : $T (K) = t(°C) + 273$

$T(K) = 50°C + 273 = \boxed{323\ K}$

نحول الضغط من Torr الى atm : $\frac{1\ (atm)}{760\ (Torr)} \times 740\ (Torr) = \boxed{0.97\ atm}$

نحسب الكتلة المولية لـ C_2H_2 : $M_{(C_2H_2)} = (2 \times 12) + (2 \times 1) = \boxed{26\ g/mol}$

$$PV = \frac{m}{M}RT \rightarrow V = \frac{mRT}{PM} = \frac{5(g) \times 0.082\ (L.atm/mol.K) \times 323\ (K)}{0.97\ (atm) \times 26\ (g/mol)} = \frac{132.43}{25.22} = \boxed{5.25\ L}$$

س 5/ تشغل 3.7g من غاز معين بدرجة 25°C نفس الحجم الذي يشغله 0.184g من غاز الهيدروجين بدرجة 17°C وتحت نفس الضغط احسب الكتلة المولية للغاز؟ (ك.ذ : H = 1)

ج / بالنسبة لغاز الهيدروجين

$$T(K) = t(°C) + 273$$

$$T(K) = 17 + 273 = \boxed{290\ K}$$ (درجة الحرارة لغاز الهيدروجين)

$$M_{(H_2)} = (2 \times 1) = \boxed{2\ g/mol}$$

$$PV = \frac{m}{M}RT \rightarrow PV_{(L.atm)} = \frac{0.184\ (g)}{2\ (g/mol)} \times 0.082\ (L.atm/mol.K) \times 290\ (K) = \boxed{2.19\ (L.atm)}$$

بالنسبة للغاز الاخر : درجة الحرارة للغاز $T(K) = 25 + 273 = \boxed{298\ K}$

وبما ان حجم وضغط (PV) غاز الهيدروجين يساوي حجم وضغط الغاز الاخر

$$PV = \frac{m}{M}RT \rightarrow 2.19(L.atm) = \frac{3.7\ (g)}{M(g/mol)} \times 0.082\ (L.atm/mol.K) \times 298\ (K)$$

$$M = \boxed{41.3\ g/mol}$$ (الكتلة المولية للغاز)

س6/ في احدى التجارب لتحضير غاز الهيدروجين من تفاعل عنصر المغنيسيوم مع حامض الهيدروكلوريك (تم جمع mL 45 من غاز H_2 فوق سطح الماء بدرجة حرارة 25°C وتحت ضغط Torr 754. اذا كان الضغط البخاري للماء (الضغط الجزئي لبخار الماء في الهواء مشبع ببخار الماء) بدرجة 25°C و Torr 23.8. احسب عدد مولات غاز H_2 التي تم جمعها في هذه التجربة ؟

ج / يمثل الضغط 754Torr الضغط الكلي P_T لكل من غاز H_2 وبخار الماء وعليه فان ضغط H_2 الجزيئي

$$\boxed{P_T = P_{H_2} + P_{H_2O}}$$

$$754 = P_{H_2} + 23.8 \rightarrow P_{H_2} = 754 - 23.8 = \boxed{730.2\ Torr}$$

لتحويل الضغط من وحدة Torr الى atm

$$P_{(atm)} = \frac{1\ (atm)}{760\ (Torr)} \times 730.2\ (Torr) = \boxed{0.96\ atm}$$

لتحويل حجم الغاز من وحدة mL الى L

$$V_{(L)} = \frac{1\ (L)}{1000\ (mL)} \times V_{(mL)} = \frac{1\ (L)}{1000\ (mL)} \times 45\ (mL) = \boxed{0.045\ L}$$

لتحويل درجة الحرارة من وحدة °C الى K

$$T(K) = t(°C) + 273 = 25 + 273 = \boxed{298\ K}$$

وباستخدام معادلة الغاز المثالي

$$\boxed{PV = nRT} \rightarrow n_{H_2} = \frac{P_{H_2}V}{RT}$$

$$n = \frac{0.96\ (atm) \times 0.045\ (L)}{0.082\ (L.atm/mol.K) \times 298\ (K)} = \frac{0.0432}{24.436} = \boxed{0.0018\ mol}\ H_2$$

س7/ خليط من الغازات يحتوي على (78%) مول نتروجين و(22%) مول اوكسجين فاذا علمت ان الضغط الكلي للخليط (1.12atm) أحسب الكسر المولي لكل مكون . وما هو الضغط الجزئي لكل مكون من مكونات الخليط ؟

ج / يتناسب عدد المولات لكل غاز مع النسبة المئوية مباشرة فيكون

$$n_{N_2} = \%78 = \frac{78}{100} = 0.78 \text{ mol}$$

$$n_{O_2} = \%22 = \frac{22}{100} = 0.22 \text{ mol}$$

$$n_{Total} = n_{N_2} + n_{O_2} = 0.78 + 0.22 = 1 \text{ mol}$$

$$X_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_T} = \frac{0.78}{1} = \boxed{0.78}$$

$$X_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_T} = \frac{0.22}{1} = \boxed{0.22}$$

$$P_{N_2} = P_T \times X_{N_2} = 1.12\text{atm} \times 0.78 = \boxed{0.874 \text{ atm}}$$

$$P_{O_2} = P_T \times X_{O_2} = 1.12\text{atm} \times 0.22 = \boxed{0.246 \text{ atm}}$$

س8/ لجزيئات الفلور معدل سرعة مقدارها •• 0.038 تحت شروط معينة من درجة حرارة وضغط. ما معدل سرعة جزيئات غاز ثنائي اوكسيد الكبريت SO_2 تحت نفس الشروط ؟

ج / $M_{F_2} = 2 \times 19 = \boxed{38 \text{ g/mol}}$ ، $M_{SO_2} = (1\times32) + (2\times16) = \boxed{64 \text{ g/mol}}$

وباستخدام علاقة كراهام $\boxed{\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}}$

$$\frac{r_{F_2}}{r_{SO_2}} = \sqrt{\frac{M_{SO_2}}{M_{F_2}}} \rightarrow \frac{0.038 \text{ (m/s)}}{r_{SO_2}} = \sqrt{\frac{64 \text{ (g/mol)}}{38 \text{ (g/mol)}}} \rightarrow \frac{0.038 \text{ (m/s)}}{r_{SO_2}} = \sqrt{1.68}$$

$$\frac{0.038 \text{ (m/s)}}{r_{SO_2}} = 1.29 \rightarrow r_{SO_2} = \frac{0.038}{1.29} = \boxed{0.029 \text{ (m/s)}}$$

س9/ اختر الجواب المناسب :

(1) نموذج من غاز نقي ذو كثافة ••1.6g بدرجة 26°C وضغط •• • • 680.2 اي من الغازات الاتية هو النموذج ؟

أ) CH_4 ب) C_2H_6 جـ) CO_2 د) SF_6

ج / لمعرفة النموذج تستخرج الكتلة المولية $\boxed{\rho = \frac{PM}{RT}} \rightarrow M = \frac{\rho RT}{P}$

نحول درجة °C الى K : $T(K) = t(°C) + 273$

$$T(K) = 26 + 273 = \boxed{299 \text{ K}}$$

نحول الضغط من mmHg الى atm : $\frac{1 \text{ (atm)}}{760 \text{ (mmHg)}} \times 680.2 \text{ (mmHg)} = \boxed{0.895 \text{ atm}}$

$$M = \frac{1.6 \text{ (g/L)} \times 0.082 \text{ (L.atm/mol.K)} \times 299 \text{ (K)}}{0.895 \text{ (atm)}} = \boxed{43.83 \text{ g/mol}} = 43.8 \simeq \boxed{44 \text{ g/mol}}$$

$$M_{(CO_2)} = (1\times12) + (2\times16) = \boxed{44 \text{ g/mol}}$$

∴ الغاز هو CO_2 (فرع جـ)

(2) الحجم المولي لغاز He هو 51.4 L/mol عند:

أ) درجة حرارة 25°C وضغط •• 0.25 ب) درجة حرارة 0°C وضغط •• 0.50

جـ) درجة حرارة 300°C وضغط •• 1.00 د) درجة حرارة 40°C وضغط •• 0.50

ج / $PV = nRT$ وبترتيب العلاقة $\frac{RT}{P} = \frac{V}{n}$ حيث ان: ($\frac{V}{n}$ هو الحجم المولي لغاز He)

$$\frac{V}{n} = \frac{0.082\ (L.atm/mol.K) \times 313\ (K)}{0.50\ (atm)} = 51.33 \simeq \boxed{51.4\ L/mol}$$

∴ الجواب الصحيح هو فرع (د)

(3) تحت نفس درجة الحرارة تكون سرعة انتشار غاز O_2 مساوية لـ:

أ) 4 أمثال سرعة غاز He ب) 2.08 أمثال سرعة غاز He

جـ) 0.35 أمثال سرعة غاز He د) 0.125 أمثال سرعة غاز He

ج / $$\frac{r_{He}}{r_{O_2}} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_{He}}} \rightarrow \frac{r_{He}}{r_{O_2}} = \sqrt{\frac{32}{4}} \rightarrow \frac{r_{He}}{r_{O_2}} = \sqrt{8} = 2.8 \rightarrow r_{O_2} = \frac{1}{2.8}\, r_{He} = \boxed{0.35\ r_{He}}$$

∴ الجواب الصحيح هو فرع (جـ)

(4) ان عدد مولات غاز *He* التي تشغل •22.4 عند درجة حرارة 30°C وضغط ••1 هي:

أ) 0.11 mol ب) 1.oo mol جـ) 0.90 mol د) 1.11 mol

ج / $$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1\ (atm) \times 22.4\ (L)}{0.082\ (L.atm/mol.K) \times (30 + 273)\ K} = \frac{22.4}{24.846} = \boxed{0.90\ mol}$$

∴ الجواب الصحيح هو فرع (جـ)

(5) يشغل غاز حجما مقداره • 430 بدرجة حرارة 28.2°C وتحت ضغط ••• • 754.2 فاذا برد الغاز الى 20°C ، فان ضغط الغاز مقاسا بالـ Torr هو :

أ) ••• • 534.9 ب) ••• • 733.7 جـ) ••• • 775.3 د) ••• • 842.3

ج / قانون غي لوساك $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ ← $\frac{754.2\ (Torr)}{(28.2+273)\ K} = \frac{P_2}{(20+273)\ K}$ ← $P_2 = \boxed{733.7\ Torr}$

∴ الجواب الصحيح هو فرع (ب)

---

(6) يمكن تطبيق قانون شارل عند :

أ) تغير الضغط ب) ثبوت درجة الحرارة

جـ) مدى معين من درجات الحرارة د) الضغوط المنخفضة جداً

---

(7) اناء يحتوي على ثلاث غازات لايحصل بينهما تفاعل حجمه 1• ، لذا فان ضغط الغاز الاول يساوي :

أ) ثلث الضغط الكلي ب) الضغط الكلي مطروحاً منه الضغوط الجزيئية للغازات الاخرى

جـ) عدد جزيئاته د) الضغط الجوي دائماً

---

(8) اذا علمت ان حجم كتلة معينة من غاز يساوي $117cm^3$ عند درجة 39°C فان حجم الغاز يساوي $213cm^3$ عند درجة حرارة : أ) 39°C ب) 78°C جـ) 395°C د) 295°C

ج / قانون شارل $\boxed{\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}}$ ← $\frac{213\ (cm^3)}{T_2} = \frac{117\ (cm^3)}{(39 + 273)\ K}$ ← $T_2 = \boxed{568\ K}$

نحول درجة K الى °C : $T_2 = t(°C) + 273$ ← $°C = 568 - 273 = \boxed{295\ °C}$

∴ الجواب الصحيح هو فرع (د)

---

(9) غاز معين يشغل حجما قدره •20 عند • • • •760 وعند ضغط • • • •38 فانه يشغل حجما قدره

أ) 10L ب) 20L جـ) 40L د) 400L

ج / قانون بويل $\boxed{P_1V_1 = P_2V_2}$ ← $760\ (mmHg) \times 20\ (L) = 38\ (mmHg) \times V_2$

$V_2 = \frac{760 \times 20\ (L)}{38} = \boxed{400\ L}$

∴ الجواب الصحيح هو فرع (د)

(10) في واحدة من الظروف الاتية يكون لكتلة •2 من غاز الهيدروجين حجما اكبر :

أ) 0°C وضغط 1atm ب) 273°C وضغط 380 mmHg

جـ) 273°C وضغط 120mmHg د) 17°C وضغط 700mmHg

ج / $n = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)} = \frac{2}{2} = \boxed{1\ mol}$

يكون الحجم اكبر ما يمكن عندما تكون T اعلى مايمكن و P اقل ما يمكن

وحسب العلاقة : $\boxed{V = \frac{nRT}{P}}$ ← $V = \frac{1 \times 0.082 \times 546}{\frac{120}{760}} = \boxed{283.5\ L}$

∴ الجواب الصحيح هو فرع (جـ)

س10/ ما كتلة غاز Cl_2 بالغرامات موجود في خزان حجمه •10 عند درجة 27°C وتحت ضغط •• •3.05 علما بان الكتلة الذرية له تساوي •• •• •35.5

ج / $\boxed{PV = \frac{m}{M}RT}$ ➔ $m = \frac{PVM}{RT}$

نحول درجة °C الى K : $T\ (K) = t(°C) + 273 = 27 + 273 = \boxed{300\ K}$

$m = \frac{3.05\ (atm) \times 10\ (L) \times (2 \times 35.5)\ (g/mol)}{0.082\ (L.atm/mol.K) \times 300\ (K)} = \boxed{88.03\ g}$ (كتلة Cl_2)

س11/ ما الكتلة المولية لعينة غاز كتلتها •1.25 وحجمها •1 تحت ضغط •• •0.961 وعند درجة حرارة 27°C

ج / $PV = \frac{m}{M}RT$ ➔ $M = \frac{mRT}{PV}$

$M = \frac{1.25\ (g) \times 0.082 (L.atm/mol.K) \times (27 + 273)\ (K)}{0.961 (atm) \times 1\ L} = \boxed{32\ g/mol}$

س12/ بالون ارصاد جوي يحتوي على 250 غاز الهيليوم عند 22°C وتحت ضغط 740. بتغير حجم هذا البالون تبعا للظروف الجوية وينفجر عندما يصل حجمه 400 وضغط 0.475 فعند اي درجة سيليزية سينفجر ؟

ج / نحول درجة °C الى K $T_1 = 22 + 273 = \boxed{295\ K}$

نحول احدى وحدتي الضغط الى الوحدة الاخرى

$$P_1 = 740\ (atm)mmHg \times \frac{1\ (atm)}{760\ (mmHg)} = \boxed{0.97\ (atm)} \quad (P_1)$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1P_2V_2}{P_1V_1} \Rightarrow T_2 = \frac{295\ (K) \times 0.475\ (atm) \times 400\ (L)}{0.97\ (atm) \times 250\ L} = \boxed{231\ K}$$

$$t(°C) = T_2 - 273 = 231 - 273 = \boxed{-42\ °C}$$

س13/ فسر الاجابة :

(1) اذا قمت برحلة بدراجتك في احد ايام الصيف شديد الحرارة هل تتوقع ان يرتفع الضغط داخل اطار دراجتك في بداية الرحلة ام نهايتها ؟

ج / يرتفع الضغط في نهاية الرحلة بسبب ارتفاع درجة الحرارة وزيادة الاصطدام للجزيئات داخل الاطار (بسبب زيادة الطاقة الحركية للجزيئات)

(2) اذا سمحت بتسريب بعض الهواء من الاطار المنفوخ تماما في دراجتك فهل هذا الهواء سيكون باردا او دافئا ؟

ج / سيكون الهواء دافئاً . لان الجزيئات المتسربة تسارع بالخروج من الفتحة الضيقة مما يؤدي الى كثرة الاصطدامات بينهما مما يزيد من طاقتها الحركية وارتفاع الطاقة

(3) لو سلكت الغازات جميعا في مختلف الشروط من درجة الحرارة والضغط سلوكا وكانها مثالية عندها لن تكون هناك حالات سائلة او صلبة للمادة ؟

ج / لانها سوف تحتوي على مسافات ثابتة من المسافات البينية بينها (لا وجود لقوى التجاذب بين جزيئاتها)

(4) في درجة حرارة واحدة فان معدل انتشار احادي اوكسيد الكاربون وغاز النتروجين متماثل عمليا ؟

ج / لان الكتلة المولية لكل من غاز CO وN_2 متساوية (28g/mol) وبالتالي تماثل معدل انتشار الغازين حسب قانون كراهام للانتشار .

الكتلة المولية لـ $CO = C + O = 12+16 = 28$

الكتلة المولية لـ $N_2 = 2x\ N = 14x2 = 28$

$$\boxed{\frac{r_{CO}}{r_{N_2}} = \sqrt{\frac{M_{N_2}}{M_{CO}}}} \Rightarrow \boxed{r_{CO} = 1 r_{N_2}}$$

س14/ تحتوي علبة ملطف جو على غازات تحت ضغط •• 4.5• وعند درجة حرارة $20°C$ فاذا تركت هذه العلبة في جو حار وعلى الرمل يرتفع ضغط الغازات داخل العلبة الى •• 4.8• ما درجة حرارة الرمل (بالدرجة السيليزية) ؟

ج / $$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1 P_2}{P_1} = \frac{(20 + 273)\ (K) \times 4.8\ (atm)}{4.5\ (atm)} = \boxed{312.5\ K}$$

درجة الحرارة النهائية للغاز (درجة حرارة الرمل)

$$t(°C) = T_2 - 273 = 312.5 - 273 = \boxed{39.5\ °C}$$

س15/ عينة من غاز الاوكسجين تحت ضغط •• 0.97• سخنت من $21°C$ الى $68°C$ تحت حجم ثابت . احسب الضغط النهائي بوحدات atm .

ج / الضغط النهائي للغاز $$P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} = \frac{0.97\ (atm) \times (68 + 273)\ K}{(21 + 273)\ K} = \boxed{1.125\ atm}$$

س16/ احسب الحجم الابتدائي لغاز تحت ضغط •• 0.85• ودرجة حرارة $66°C$ حيث يتمدد بالنهاية الى • 94• عندما يكون الضغط المسلط عليه (0.6atm) ودرجة الحرارة $25°C$ ؟

ج / $$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_1 = \frac{T_1 P_2 V_2}{P_1 T_2}$$

(الحجم الابتدائي) $$V_1 = \frac{(66 + 273)\ K \times 0.6\ (atm) \times 94\ (mL)}{0.85\ (atm) \times (25 + 273)\ K} = \boxed{75.48\ mL}$$

س17/ خليط من ثلاث غازات CO_2 بضغط جزئي • • • 289• و O_2 بضغط جزئي • • • 342• و N_2 بضغط جزئي • • • 122• . ماهو الضغط الكلي للخليط والكسر المولي لكل غاز في الخليط ؟

ج / لحساب الضغط الكلي (P_T) : $$P_T = P_{CO_2} + P_{O_2} + P_{N_2}$$

(الضغط الكلي) $$P_T = 289\ (mmHg) + 342\ (mmHg) + 122\ (mmHg) = \boxed{753\ mmHg}$$

لحساب الكسر المولي X لكل غاز : $$\boxed{P_i = X_i \times P_T} \Rightarrow X_i = \frac{P_i}{P_T}$$

$$X_{CO_2} = \frac{289\ (mmHg)}{753\ (mmHg)} = \boxed{0.384}$$

$$X_{O_2} = \frac{342\ (mmHg)}{753\ (mmHg)} = \boxed{0.454}$$

$$X_{N_2} = \frac{122\ (mmHg)}{753\ (mmHg)} = \boxed{0.162}$$

للتاكد من صحة الاجابة تجمع الكسور المولية لكل غاز والتي يفترض ان تساوي 1

الفصل الثالث

المعادلات والحسابات الكيميائية

Chemical Equations and calcu lations

ملاحظة /

- ان للحسابات الكيميائية اهمية بالغة في حياتنا ، حيث تحدد نسب المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعل الكيميائي.
- ان معرفتنا للنسبة التي تتفاعل فيها المواد المختلفة تمكننا من حساب كمية المواد الناتجة، او مقدار مايلزم من احدى المواد المتفاعلة لتتفاعل مع كمية معينة من مادة اخرى.
- يعتمد الكيميائيون في حساب كميات المواد المتفاعلة والناتجة على المعادلة الكيميائية الموزونة . وسنتطرق في هذا الفصل الى كيفية الاستفادة من المعادلة الكيميائية الموزونة في اجراء الحسابات الكيميائية لمعرفة النسب الكمية الصحيحة للمواد المتفاعلة بالاضافة الى حساب كميات المواد الناتجة من التفاعل.

المعادلة الكيميائية : هي طريق مختصر للتعبير عن تفاعل كيميائي بدلالة الرموز والصيغ الكيميائية .

ملاحظة /

الرمز	استخدامه
$\longrightarrow$	للفصل بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة للتفاعل
(s)	للدلالة على المادة الصلبة، وهو مختصر لكلمة •••••
(l)	للدلالة على المادة السائلة، وهو مختصر لكلمة ••••••
(g)	للدلالة على المادة الغازية، وهو مختصر لكلمة •••
(aq)	للدلالة على المحلول المائي، وهو مختصر لكلمة •••••••
$\xrightarrow{\Delta}$ أو $\xrightarrow{\text{حرارة}}$	للدلالة على تسخين المواد المتفاعلة.
$\xrightarrow{Pt}$	للدلالة على استخدام عامل مساعد(البلاتين)، ويمكن كتابة العامل المساعد تحت السهم ايضاً.

مثال / تفاعل تحضير غاز الامونيا . $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$

تشير المعادلة الكيميائية الى المعلومات الاتية :

(1) معرفة طبيعة المواد المتفاعلة والناتجة :

تعبر عن تفاعل غاز النتروجين N_2 مع غاز الهيدروجين H_2 لتكوين غاز الامونيا NH_3.

(2) معرفة العدد النسبي للجزيئات :

ان التفاعل يتم بين جزيء واحد من النتروجين N_2 مع ثلاث جزيئات من الهيدروجين $3H_2$ لتكوين جزيئتين من الامونيا $2NH_3$، حيث ان الصيغة الجزيئية تعبر عن جزيء واحد من المادة

ان النسبة بين عدد جزيئات N_2 الى H_2 هي $\frac{1N_2}{3H_2}$ أو 1:3

والنسبة بين عدد جزيئات N_2 الى NH_3 هي $\frac{1N_2}{2NH_3}$ أو 1:2

والنسبة بين عدد جزيئات N_2 الى NH_3 هي $\frac{3H_2}{2NH_3}$ أو 3:2 وهكذا بقية النسب .

(3) معرفة العدد النسبي للمولات :

نستخدم المول بدل (الجزيء) للتعبير عن المادة .

اي ان التفاعل يتم بين مول واحد من N_2 (عدد افوكادرو من جزيئات N_2) مع ثلاث مولات من H_2 (3× عدد افوكادرو من جزيئات H_2) لتكوين مولين من NH_3 (2× عدد افوكادرو من جزيئات NH_3)

والنسبة بين عدد مولات N_2 الى H_2 هي $\frac{1\ (mol)\ N_2}{3\ (mol)\ H_2}$ أو 1:3

والنسبة بين عدد مولات NH_3 الى N_2 هي $\frac{2\ (mol)\ NH_3}{1\ (mol)\ N_2}$ أو 2:1

والنسبة بين عدد مولات H_2 الى NH_3 هي $\frac{3\ (mol)\ H_2}{2\ (mol)\ NH_3}$ أو 3:2 وهكذا بقية النسب .

(4) معرفة النسبة بين كتل المواد :

يتم حساب كتل المواد في معادلة التفاعل من معرفة عدد المولات والكتلة المولية وبتطبيق القانون الاتي يمكن استخراج كتل المواد :

$$m_{(g)} = n_{(mol)} \times M_{(g/mol)}$$

الكتلة بالغرام ، عدد المولات ، الكتلة المولية

مثال / احسب كتلة (NH_3 , H_2 , N_2) في معادلة تفاعل تحضير الامونيا .
علما ان الكتلة الذرية (ك . ذ) لـ (H=1 , N=14)

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

ج / لحساب كتلة N_2 :

$M_{(N_2)} = (2\times14) = \boxed{28\ g/mol}$

(كتلة N_2) $m_{(g)} = n_{(mol)} \times M_{(g/mol)} = 1\ (mol) \times 28\ (g/mol) = \boxed{28\ g}$

لحساب كتلة H_2 : $M_{(H_2)} = (2\times1) = \boxed{2\ g/mol}$

(كتلة H_2) $m_{(g)} = 3\ (mol) \times 2\ (g/mol) = \boxed{6\ g}$

لحساب كتلة NH_3 : $M_{(NH_3)} = (1\times14) \times (3\times1) = \boxed{17\ g/mol}$

(كتلة NH_3) $m_{(g)} = 2\ (mol) \times 17\ (g/mol) = \boxed{34\ g}$

النسبة بين كتلة NH_3 الى N_2 = $\frac{34\ (g)\ NH_3}{28\ (g)\ N_2}$

والنسبة بين كتلة NH_3 الى H_2 = $\frac{34\ (g)\ NH_3}{6\ (g)\ H_2}$ وهكذا بقية النسب

ملاحظة / اي ان مجموع كتل المواد المتفاعلة ($28(g)\ N_2 + 6(g)\ H_2$) يساوي مجموع كتل المواد الناتج ($34(g)\ NH_3$) وهذا يتفق مع قانون حفظ الكتلة .

تمرين (3-1)

احسب الكتلة بالغرام لكل مما ياتي . علما ان ك . ذ للعناصر (H= 1 , O= 16 , S=32)

أ) 1.75 • •• من الماء H_2O ب) 14.8 • •• من حامض الكبريتيك H_2SO_4

ج / أ) $M_{(H_2O)} = (2\times1) + (1\times16) = \boxed{18\ g/mol}$

$m_{(g)} = n_{(mol)} \times M_{(g/mol)} = 1.75_{(mol)} \times 18_{(g/mol)} = \boxed{31.5\ g}$ (H_2O)

ج / ب) $M_{(H_2SO_4)} = (2\times1) + (1\times32) + (4\times16) = \boxed{98\ g/mol}$

$m_{(g)} = 14.8_{(mol)} \times 98_{(g/mol)} = \boxed{1450.4\ g}$ (H_2SO_4)

---

(5) معرفة النسبة بين حجوم الغازات :

يمكن التعبير عن حجم الغاز بوحدات (cm^3 , mL , L)

والنسبة بين حجم H_2 الى N_2 بوحدة اللتر تساوي $\boxed{\frac{3\ (L)\ H_2}{1\ (L)\ N_2}}$ وهكذا بقية النسب .

☆ ان مول واحد من اي غاز يحتل حجماً مقداره 22.4L(22400mL) تحت الظروف القياسية (STP)

☆ لحساب حجم غاز مقاس عند STP نطبق القانون الاتي : $\boxed{V_{(L)} = n_{(mol)} \times 22.4\ (L/mol)}$

مثال / احسب حجم N_2 و H_2 و NH_3 في معادلة تفاعل تحضير غاز الامونيا عند الظروف القياسية(STP)

ج / معادلة التفاعل $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$

لحساب حجم الغازات عند STP نستخدم القانون الاتي :

$V_{(L)} = n_{(mol)} \times 22.4\ (L/mol)$

$V_{(N_2)} = 1_{(mol)} \times 22.4_{(L/mol)} = \boxed{22.4\ L}$ N_2

$V_{(H_2)} = 3_{(mol)} \times 22.4_{(L/mol)} = \boxed{67.2\ L}$ H_2

$V_{(NH_3)} = 2_{(mol)} \times 22.4_{(L/mol)} = \boxed{44.8\ L}$ NH_3

نلاحظ ان مجموع حجوم الغازات المتفاعلة ($22.4_{(L)}\ N_2 + 67.2_{(L)}\ H_2$)
لاتساوي حجم الغاز الناتج ($44.8_{(L)}\ NH_3$)

علل/ لايشترط ان تتساوى مجموع حجوم الغازات المتفاعلة مع مجموع حجوم الغازات الناتجة ؟

ج / بسبب اختلاف كثافات الغازات في نفس الظروف .

تمرين (3-2)

احسب حجم ثلاث مولات من غاز ثنائي اوكسيد الكاربون و •• • 2.75 من غاز كبريتيد الهيدروجين بوحدة اللتر تحت الظروف القياسية (STP)؟

ج / $V_{(L)} = n_{(mol)} \times 22.4\ (L/mol)$ ➔ $V_{(CO_2)} = 3_{(mol)} \times 22.4_{(L/mol)} = \boxed{67.2\ L}$ CO_2

$V_{(H_2S)} = 2.75_{(mol)} \times 22.4_{(L/mol)} = \boxed{61.6\ L}$ H_2S

الحسابات باستخدام المعادلات الكيميائية

① حساب المولات من المعادلة الكيميائية. (مول - مول)

يمكن حساب عدد المولات المجهولة لاية مادة متفاعلة او ناتجة في معادلة التفاعل من عدد مولات مادة اخرى معلومة في المعادلة الكيميائية الموزونة حسب مايأتي :

نسبة المولات في معادلة التفاعل الموزونة = $\frac{\text{عدد مولات المادة المجهولة في المعادلة}}{\text{عدد مولات المادة المعلومة في المعادلة}}$

عدد مولات المادة المجهولة = عدد مولات المادة المعلومة × نسبة عدد المولات للمادتين في المعادلة الموزونة

اي ان : عدد مولات المادة المجهولة = عدد مولات المادة المعلومة × $\frac{\text{عدد مولات المادة المجهولة في المعادلة}}{\text{عدد مولات المادة المعلومة في المعادلة}}$

مثال ①/ للتفاعل الاتي : $2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$ أحسب :

أ) عدد مولات H_2 الناتجة من تفاعل 0.145 mol من Na

ب) عدد مولات H_2O اللازمة لتكوين 0.75 mol من NaOH

ج / أ) معامل التحويل mol Na ← mol H_2

$$\frac{1\ (mol)\ H_2}{2\ (mol)\ Na}$$

لحساب عدد مولات H_2 الناتجة من تفاعل 0.145 mol من Na.

عدد مولات المادة المجهولة = عدد مولات المادة المعلومة × نسبة عدد مولات المادتين في المعادلة

$$n_{(mol)} = 0.145\ (mol)\ Na \times \frac{1\ (mol)\ H_2}{2\ (mol)\ Na} = \boxed{0.072\ mol}\ H_2$$

ج / ب) معامل التحويل mol NaOH ← mol H_2O

$$\frac{2\ (mol)\ H_2O}{2\ (mol)\ NaOH}$$

عدد مولات H_2O اللازمة لتكوين 0.75 mol من NaOH تساوي

$$n_{(mol)} = 0.75\ (mol)\ NaOH \times \frac{2\ (mol)\ H_2O}{2\ (mol)\ NaOH} = \boxed{0.75\ mol}\ H_2O$$

مثال ②/ يتكون كلوريد الصوديوم بواسطة التفاعل التالي الحاصل بين الصوديوم والكلور $2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2NaCl_{(s)}$ ماعدد مولات NaCl الناتجة من تفاعل 3.4 mol من الكلور تفاعلا تاما مع الصوديوم .

ج / عدد مولات كلوريد الصوديوم = عدد مولات الكلور × $\frac{\text{عدد مولات كلوريد الصوديوم في المعادلة}}{\text{عدد مولات الكلور في المعادلة}}$

$$n_{(NaCl)} = 3.4\ (mol)\ Cl_2 \times \frac{2\ (mol)\ NaCl}{1\ (mol)\ Cl_2} = \boxed{6.8\ mol}\ NaCl$$

مثال ③ / كم عدد مولات اوكسيد الصوديوم التي يمكن تحضيرها من تفاعل (4.8mol) من الصوديوم حسب المعادلة الموزونة الاتية : $4Na_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Na_2O_{(s)}$

ج / عدد مولات Na_2O = عدد مولات Na × نسبة مولات المادتين في المعادلة

$$n_{(Na_2O)} = 4.8\ (mol)\ Na \times \frac{2\ (mol)\ Na_2O}{4\ (mol)\ Na} = \boxed{2.4\ mol}\ Na_2O$$

تمرين (3-3)

التفاعل الاتي : $4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(s)}$ يمثل التفاعل تاكسد الالمنيوم في الهواء وتكوين طبقة من اوكسيده والتي تقي الالمنيوم من استمرار التاكسد .

أ) اكتب ثلاث علاقات تعبر كل واحدة منها عن النسبة بين مولات مادتين في المعادلة .

ج / أ) ① $\frac{4\ (mol)\ Al}{2\ (mol)\ Al_2O_3}$ ② $\frac{3\ (mol)\ O_2}{2\ (mol)\ Al_2O_3}$ ③ $\frac{4\ (mol)\ Al}{3\ (mol)\ O_2}$ ④ $\frac{3\ (mol)\ O_2}{4\ (mol)\ Al}$

ب) احسب عدد مولات Al اللازمة لتكوين 3.70 من Al_2O_3

ج / عدد مولات المادة المجهولة(Al) = عدد مولات المادة المعلومة Al_2O_3 × $\frac{\text{عدد مولات Al في المعادلة}}{\text{عدد مولات } Al_2O_3 \text{ في المعادلة}}$

$$n_{(Al)} = 3.7\ (mol)\ Al_2O_3 \times \frac{4\ (mol)\ Al}{2\ (mol)\ Al_2O_3} = \boxed{7.4\ mol}\ Al$$

جـ) احسب عدد مولات O_2 اللازمة للتفاعل مع 14.80 من Al .

ج / عدد مولات المادة المجهولة(O_2) = عدد مولات المادة المعلومة (Al) × $\frac{\text{عدد مولات } (O_2) \text{ في المعادلة}}{\text{عدد مولات (Al) في المعادلة}}$

$$n_{(mol)} = 14.8\ (mol)\ Al \times \frac{3\ (mol)\ O_2}{4\ (mol)\ Al} = \boxed{11.1\ mol}\ O_2$$

---

② **حساب كتل المواد من المعادلة الكيميائية**

كتلة ← كتلة
كتلة ← مول

الخطوة الاولى /

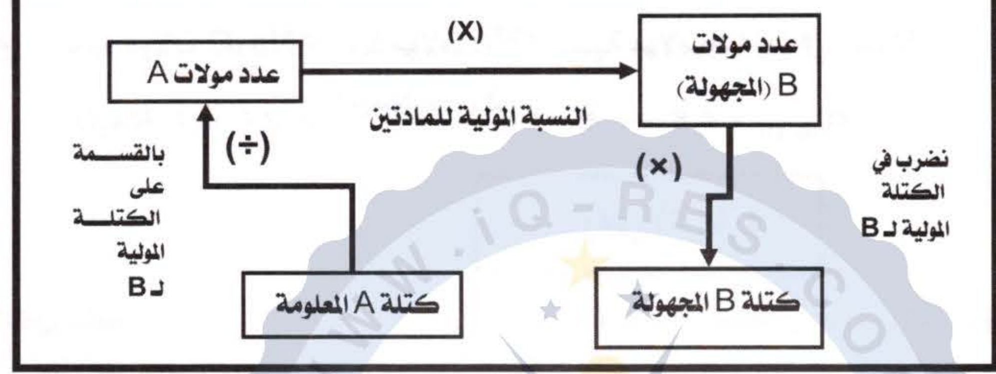
نحسب عدد مولات المادة (A) التي كتلتها معلومة في المعادلة من القانون الاتي : $n_{(mol)} = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}$

الخطوة الثانية / نحسب عدد المولات المجهولة للمادة الاخرى (B) من عدد مولات المادة المعلومة A من القانون الاتي

عدد مولات المادة المجهولة(B) = عدد المولات المعلومة للمادة(A) × نسبة المولات للمادتين في المعادلة

الخطوة الثالثة / نحسب الكتلة المجهولة للمادة B من كتلتها المولية (M) وعدد مولاتها المحسوبة في الخطوة الثانية بتطبيق القانون الاتي : $m_{(g)} = n_{(mol)} \times M_{(g/mol)}$

وحسب المخطط الاتي:



ملاحظة /

① يمكن الاستغناء عن تطبيق الخطوة الاولى والبدء بتطبيق الخطوة الثانية مباشرة، اذا كان المعلوم في المعادلة عدد مولات المادة بدلاً من كتلتها.

② يمكن الاستغناء عن تطبيق الخطوة الثالثة اذا كان المجهول في المعادلة عدد مولات المادة وليس كتلتها .

مثال ④/ احسب عدد غرامات CO_2 الناتجة من حرق 500g من C_8H_{18} حسب المعادلة الاتية :

$$2\,C_8H_{18(g)} + 25\,O_{2\,(g)} \xrightarrow{\Delta} 16\,CO_{2\,(g)} + 18\,H_2O_{(g)}$$

علما ان ك.ذ للعناصر (H=1 , O= 16 , C= 12)

ج / الخطوة الاولى: نحسب عدد مولات (n) المادة المعلومة الكتلة (C_8H_{18})

$$M_{(C_8H_{18})} = (8\times12)+(18\times1) = \boxed{114\ g/mol}$$

$$\boxed{n_{(mol)} = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}} \Rightarrow n_{(mol)} = \frac{500\ (g)}{114\ (g/mol)} = \boxed{4.39\ mol}\ C_8H_{18}$$

الخطوة الثانية: نحسب عدد مولات المادة المجهولة CO_2 الناتجة من تفاعل 4.39 من C_8H_{18}

عدد مولات المجهول (CO_2) = عدد مولات المعلوم (C_8H_{18}) × نسبة عدد المولات للمادتين في المعادلة .

$$n_{(mol)} = 4.39\ (mol)\ C_8H_{18} \times \frac{16\ (mol)\ CO_2}{2\ (mol)\ C_8H_{18}} = \boxed{35.12\ mol}\ CO_2$$

الخطوة الثالثة / نحسب كتلة CO_2

$$M_{(CO_2)} = (1\times12)+(2\times16) = \boxed{44\ g/mol}$$

$$m_{(g)} = n_{(mol)} \times M_{(g/mol)}$$

$$m_{(g)} = 35.12\ (mol)\ CO_2 \times 44\ (g/mol\ CO_2) = \boxed{1545\ g}\ CO_2$$

$$\boxed{g\ C_8H_{18}} \xrightarrow{\text{نستخرج}} \boxed{mol\ C_8H_{18}} \longrightarrow \boxed{mol\ CO_2} \longrightarrow \boxed{g\ CO_2}$$

معلومة الكتلة — مولات المادة المجهولة — مولات المادة المجهولة

مثال⑤/ احد مكونات الامطار الحامضية هو حامض النتريك الذي يتكون نتيجة تفاعل NO_2 مع الاوكسجين وماء الامطار وحسب التفاعل الاتي : $4\,NO_{2(g)} + O_{2\,(g)} + H_2O_{\,(l)} \longrightarrow 4\,HNO_{3(aq)}$

ماهي كمية HNO_3 الناتجة من تفاعل 1500g من NO_2 مع كمية كافية من الاوكسجين والماء ؟ علما ان ك.ذ لـ (H=1 , O = 16 , N= 14)

ج / **الخطوة الاولى:** نحسب عدد مولات المادة المعلومة الكتلة (NO_2)

$$M_{(NO_2)} = (1\times14)+(2\times16) = \boxed{46\ g/mol}$$

$$n_{(mol)} = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} = \frac{1500\ (g)}{46\ (g/mol)} = \boxed{32.6\ mol}\ NO_2$$

الخطوة الثانية : نحسب عدد مولات المادة المجهولة (HNO_3) المتفاعلة مع 32.6 من (NO_2)

بتطبيق القانون:

نسبة عدد المولات للمادتين في المعادلة × عدد مولات المعلوم(NO_2) =مولات المجهول (HNO_3)

$$n_{(mol)} = 32.6\ (mol)\ NO_2 \times \frac{4\ (mol)\ HNO_3}{4\ (mol)\ NO_2} = \boxed{32.6\ mol}\ HNO_3$$

الخطوة الثالثة / نحسب كتلة HNO_3

$$M_{(HNO_3)} = (1\times1) + (1\times14) + (3\times16) = \boxed{63\ g/mol}$$

كتلة HNO_3 $\quad m_{(g)} = 32.6\ (mol)\ HNO_3 \times 63\ (g/mol\ HNO_3) = \boxed{2054\ g}$

g NO_2 —نستخرج→ mol NO_2 → mol HNO_3 → g HNO_3

معلومة الكتلة ... كتلة المجهول

تمرين (4-3)

يحترق ثنائي كبريتيد الكاربون في الاوكسجين حسب المعادلة الاتية : $CS_{2(l)} + 3O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2\,(g)}$

كم مولا يتكون من كل ناتج عند تفاعل 48.0 من O_2 ؟ (ك.ذ: H=1، O=16، C=12، S=32)

ج / $CS_2 + 3O_2 \longrightarrow CO_2 + 2SO_2$

الخطوة الاولى : نحسب عدد مولات (n) المادة المعلومة الكتلة (O_2)

$$n_{(mol)} = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} = \frac{48\ (g)}{32\ (g/mol)} = \boxed{1.5\ mol}\ O_2 \qquad M_{(O_2)} = (2\times16) = \boxed{32\ g/mol}$$

الخطوة الثانية :

نحسب عدد مولات المادتين المجهولتين CO_2 ، $2SO_2$ الناتجتين من تفاعل 1.5mol من O_2 حسب القانون :

عدد مولات المادة المجهولة = عدد مولات المادة المعلومة × نسبة عدد المولات للمادتين في المعادلة

.

عدد مولات CO_2 = عدد مولات O_2 × $\dfrac{\text{عدد مولات } CO_2 \text{ في المعادلة}}{\text{عدد مولات } O_2 \text{ في المعادلة}}$

$$n_{(CO_2)} = 1.5\ (mol)\ O_2 \times \frac{1\ (mol)\ CO_2}{3\ (mol)\ O_2} = \boxed{0.5\ mol}\ CO_2$$

عدد مولات SO_2 = عدد مولات O_2 × $\frac{\text{عدد مولات } SO_2 \text{ في المعادلة}}{\text{عدد مولات } O_2 \text{ في المعادلة}}$

$$n_{(SO_2)} = 1.5\ (mol)\ O_2 \times \frac{2\ (mol)\ SO_2}{3\ (mol)\ O_2} = \boxed{1\ mol}\ SO_2$$

نلاحظ ان /

:عدد مولات SO_2 هي ضعف عدد مولات CO_2 لان مولات SO_2 في المعادلة هي ضعف مولات CO_2 في المعادلة .

تمرين (3-5)

يحضر الفسفور صناعيا من تفاعل فوسفات الكالسيوم وثنائي اوكسيد السليكون والفحم في فرن كهربائي حسب المعادلة الاتية : $3Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 + 10C \xrightarrow{\Delta} 6CaSiO_3 + 10CO + P_4$

احسب / أ) عدد غرامات P_4 الناتجة من تفاعل 1.0 mol من $Ca_3(PO_4)_2$ علما ان ك.ذ لـ (P=31)

ج / $3Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 + 10C \xrightarrow{\Delta} 6CaSiO_3 + 10CO + P_4$

الخطوة الاولى / نحسب عدد مولات المجهول (P_4) الناتجة من تفاعل 1 mol من $Ca_3(PO_4)_2$

عدد مولات المجهول (P_4) = عدد مولات المعلوم $Ca_3(PO_4)_2$ × نسبة عدد مولات المادتين في المعادلة

$$n(P_4) = 1\ (mol)\ Ca_3(PO_4)_2 \times \frac{1\ (mol)\ P_4}{2\ (mol)\ Ca_3(PO_4)_2} = \boxed{0.5\ mol}\ P_4$$

الخطوة الثانية / نحسب عدد غرامات P_4

$$M(P_4) = (4 \times 31) = \boxed{124\ g/mol}$$

$$m(g) = n(mol) \times M(g/mol)$$

$$m(g) = 0.5\ (mol)\ P_4 \times 124\ (g/mol) = \boxed{62\ g}\ (\text{كتلة } P_4)$$

ب) عدد مولات P_4 الناتجة من تفاعل 62.0g من $Ca_3(PO_4)_2$ ك.ذ لـ(O=16, Ca=40)

ج / **الخطوة ①**/ نحسب عدد مولات المادة المعلومة الكتلة $Ca_3(PO_4)_2$.

$$M(Ca_3(PO_4)_2) = (3 \times 40) + 2(1 \times 31 + 4 \times 16) = \boxed{310\ g/mol}$$

$$\boxed{n(mol) = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}} \Rightarrow n(mol) = \frac{62\ (g)}{310\ (g/mol)} = \boxed{0.2\ mol}\ Ca_3(PO_4)_2$$

الخطوة② نحسب عدد مولات المجهول (P_4) الناتجة من تفاعل 0.2mol من $Ca_3(PO_4)_2$

مولات المجهول (P_4) = $Ca_3(PO_4)_2$ عدد مولات المعلوم × $\frac{\text{عدد مولات المادة المجهولة(P4) في المعادلة}}{\text{عدد مولات المادة المعلومة } Ca_3(PO_4)_2 \text{ في المعادلة}}$

$$= 0.2\ (mol)\ Ca_3(PO_4)_2 \times \frac{1\ (mol)\ P_4}{2\ (mol)\ Ca_3(PO_4)_2} = \boxed{0.1\ mol}\ P_4$$

مثال⑥ / احسب عدد مولات O_2 الناتجة من تسخين 1.65g من $KClO_3$ حسب المعادلة الاتية

$$2KClO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} 2KCl_{(s)} + 3O_{2\,(g)}$$

علما أن ك.ذ للعناصر (Cl=35.5, K=39, O=16) جميعها بوحدة g/mol

ج / **الخطوة الاولى** : نحسب عدد مولات (n) المادة المعلومة الكتلة $KClO_3$.

$$M(KClO_3) = (1\times39)\ g/mol + (1\times35.5) g/mol + (3\times16) g/mol = \boxed{122.5\ g/mol}$$

$$\boxed{n(mol) = \frac{m\ (g)}{M(g/mol)}} \rightarrow n(KClO_3) = \frac{1.65\ (g)}{122.5\ (g/mol)} = \boxed{0.013\ mol}\ KClO_3$$

الخطوة الثانية : نحسب عدد مولات المجهول (O_2)من تطبيق القانون :

نسبة عدد المولات للمادتين في المعادلة × عدد مولات المعلوم ($KClO_3$) = عدد مولات المجهول (O_2)

$$n(O_2) = 0.013\ (mol)\ KClO_3 \times \frac{3\ (mol)\ O_2}{2\ (mol)\ KClO_3} = \boxed{0.02\ mol}\ O_2$$

تمرين (6-3)

يحضر غاز الاستيلين C_2H_2 من اضافة الماء الى كاربيد الكالسيوم CaC_2 حسب المعادلة الاتية :

$$CaC_{2(s)} + 2H_2O_{\ (l)} \longrightarrow C_2H_{2(g)} + Ca(OH)_{2\ (aq)}$$

احسب / أ) عدد غرامات الاستيلين الناتجة من تفاعل 5.2g من CaC_2 ك.ذ لـ (Ca=40, C=12, H=1)

ج / **الخطوة الاولى**: نحسب عدد مولات المادة المعلومة الكتلة

$$M(CaC_2) = (1\times40) + (2\times12) = \boxed{64\ g/mol}$$

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{5.2\ (g)}{64\ (g/mol)} = \boxed{0.08\ mol}\ CaC_2$$

الخطوة الثانية: نحسب عدد مولات المادة المجهولة (C_2H_2) الناتجة من تفاعل CaC_2 0.08g

نسبة عدد المولات للمادتين في المعادلة الموزونة × عدد مولات المعلوم CaC_2 = عدد مولات (C_2H_2)

$$n_{(C_2H_2)} = 0.08\ (mol)\ CaC_2 \times \frac{1\ (mol)\ C_2H_2}{1\ (mol)\ CaC_2} = \boxed{0.08\ mol}\ C_2H_2$$

الخطوة الثالثة:نحسب عدد غرامات (C_2H_2).

$$M(C_2H_2) = (2\times12) + (2\times1) = \boxed{26\ g/mol}$$

$$m(g) = 0.08\ (mol)\ C_2H_2 \times 26\ (g/mol\ C_2H_2) = \boxed{2.08\ g}\ C_2H_2$$

ب) عدد مولات CaC_2 اللازمة للتفاعل مع 46.8g من H_2O (ك.ذ لـ O=16) .

ج / **الخطوة الاولى** : نحسب عدد مولات المادة المعلومة الكتلة H_2O

$$M(H_2O) = (2\times1) + (1\times16) = \boxed{18\ g/mol}$$

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{46.8\ (g)}{18\ (g/mol)} = \boxed{2.6\ mol}\ H_2O$$

الخطوة الثانية : نحسب عدد مولات المادة المجهولة CaC_2 اللازمة للتفاعل مع $2.6 mol H_2O$

عدد مولات CaC_2 = عدد مولات المعلوم H_2O × (عدد مولات المجهول (CaC_2) في المعادلة ÷ عدد مولات المعلوم H_2O في المعادلة)

$$n_{(CaC_2)} = 2.6\ (mol)\ H_2O \times \frac{1\ (mol)\ CaC_2}{2\ (mol)\ H_2O} = \boxed{1.3\ mol}\ CaC_2$$

س/ يحترق كحول الاثيل C_2H_5OH حسب المعادلة الاتية :- $C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

أ) كم عدد مولات الاوكسجين اللازمة للاحتراق الكامل لمول واحد من هذا الكحول ؟

ب) كم مولا من الماء يتكون لكل مول من الاوكسجين المتفاعل ؟

جـ) كم غراما من CO_2 ينتج لكل مول كحول محترق ؟

ج/ أ) عدد مولات الاوكسجين = عدد مولات الكحول × (مولات الاوكسجين في المعادلة الموزونة ÷ مولات الكحول في المعادلة الموزونة)

$$\frac{3\ (mol)\ O_2}{1\ (mol)\ C_2H_5OH} \times 1\ (mol)\ C_2H_5OH = \boxed{3\ mol}\ O_2$$

ج/ ب) عدد مولات الماء H_2O = عدد مولات O_2 المتفاعلة × (مولات H_2O في المعادلة ÷ مولات O_2 في المعادلة)

$$\frac{3\ (mol)\ H_2O}{3\ (mol)\ O_2} \times 1\ (mol)\ O_2 =$$

$$\boxed{1\ mol}\ H_2O =$$

لكل مول من O_2 المتفاعل

ج/ جـ) عدد مولات CO_2 = $\frac{2\ (mol)\ CO_2}{1\ (mol)\ C_2H_5OH} \times 1\ (mol)\ C_2H_5OH$

= $\boxed{2\ mol}\ CO_2$ لكل واحد مول كحول محترق

$$m(g) = n(mol) \times M(g/mol) = 2\ (mol) \times (1\times12 + 2\times16)\ g/mol = \boxed{88\ g}\ CO_2$$

حساب المادة المتفاعلة المحددة للناتج

المادة المتفاعلة المحددة للناتج :

هي المادة التي تتفاعل بشكل تام ، وان عدد مولاتها الموضوعة في التفاعل تحدد عددمولات المادة الناتجة. او هي المادة التي تكوّن اقل عدد من مولات المادة الناتجة .

m **لتعيين المادة المتفاعلة المحددة للناتج نتبع الاتي :**

(أ) نحسب نسبة عدد مولات المادة الناتجة الى عدد مولات كل مادة من المواد المتفاعلة المعبر عنها في المعادلة الكيميائية .

(ب) نضرب كل نسبة من هذه النسب في عدد مولات كل مادة متفاعلة (معطاة في السؤال) وحسب المعادلة الكيميائية الموزونة .

(جـ) المادة التي تعطي اقل عدد من مولات المادة الناتجة ستكون هي المادة المتفاعلة المحددة للناتج .

مثال / للتفاعل الاتي : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$ وضع •• •2من N_2 مع •• •3من H_2.

(1) ماهي المادة المتفاعلة المحددة لناتج الامونيا . (2) ما عدد مولات المادة المتبقية

ج / (أ) نسبة عدد مولات NH_3 الى N_2 حسب معادلة التفاعل الموزونة $\frac{2\ mol\ NH_3}{1\ mol\ N_2}$

نسبة عدد مولات NH_3 الى H_2 حسب معادلة التفاعل الموزونة $\frac{2\ mol\ NH_3}{3\ mol\ H_2}$

(ب) نضرب النسب في عدد المولات الموضوعة من N_2 و H_2

$$2\ (mol)\ N_2 \times \frac{2\ (mol)\ NH_3}{1\ (mol)\ N_2} = \boxed{4\ mol}\ NH_3$$

$$3\ (mol)\ H_2 \times \frac{2\ (mol)\ NH_3}{3\ (mol)\ H_2} = \boxed{2\ mol}\ NH_3$$

(جـ) بماان عدد مولات NH_3 الناتجة من تفاعل H_2 أقل من تلك الناتجة من تفاعل N_2 لذا فالهيدروجين هو المادة المتفاعلة المحددة لناتج الامونيا .

② لاستخراج المادة المتبقية (غير المتفاعلة) :-

بما ان الهيدروجين هو المادة المتفاعلة المحددة للناتج (**المتفاعلة تفاعلاً تاماً**) اذن المتبقي هو N_2

عدد مولات N_2(المتفاعلة) = عدد مولات H_2 × نسبة مولات المادتين في المعادلة

$$= 3\ (mol)\ H_2 \times \frac{1\ (mol)\ N_2}{3\ (mol)\ H_2}$$

$$= N_2\ \boxed{1\ mol}\ \text{متفاعل}$$

عدد مولات N_2(المتبقية) = عدد مولات N_2المعطاة في السؤال (الكلية) – عدد مولات N_2 المتفاعلة

$$= 2\ (mol) - 1\ (mol)$$

$$= N_2\ \boxed{1\ mol}\ \text{متبقي}$$

ملاحظة/ لو طلب في السؤال ايجاد عدد مولات المادة المتفاعلة المتبقية يجب اولا تعيين المادة المتفاعلة المحددة للناتج

مثال / افترض التفاعل الاتي $Ti_{(s)} + 2Cl_{2(g)} \longrightarrow TiCl_{4(s)}$ فاذا ماتم مزج 1.80 mol
من التيتانيوم Ti و 3.20 mol من الكلور Cl_2. ماهي المادة المتفاعلة المحددة للناتج ؟

ج / النسبة بين عدد مولات $TiCl_4$ الى Ti في معادلة التفاعل $\frac{1\ mol\ TiCl_4}{1\ mol\ Ti}$

النسبة بين عدد مولات $TiCl_4$ الى Cl_2 في معادلة التفاعل $\frac{1\ mol\ TiCl_4}{2\ mol\ Cl_2}$

عدد مولات $TiCl_4$ الناتجة من تفاعل Ti

$$n_{(mol)} = 1.8\ (mol)\ Ti \times \frac{1\ (mol)\ TiCl_4}{1\ (mol)\ Ti} = \boxed{1.8\ mol}\ TiCl_4$$

عدد مولات $TiCl_4$ الناتجة من تفاعل Cl_2

$$n_{(mol)} = 3.2\ (mol)\ Cl_2 \times \frac{1\ (mol)\ TiCl_4}{2\ (mol)\ Cl_2} = \boxed{1.6\ mol}\ TiCl_4$$

بما ان عدد مولات $TiCl_4$ الناتجة من تفاعل 3.20 mol من Cl_2 اقل من تلك الناتجة من تفاعل 1.80 mol من Ti فا لمادة Cl_2 هي المادة المتفاعلة المحددة للناتج الذي يساوي 1.60 mol.

تمرين (7-3)

يحضر نتريد المغنيسيوم Mg_3N_2 من تفاعل المغنيسيوم مع النتروجين حسب المعادلة الاتية :

$$3Mg_{(s)} + N_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Mg_3N_{2(s)}$$

وعند اجراء التفاعل بخلط 4.00 mol من N_2 مع 6.00 mol من Mg وبدرجة حرارة معينة فان وعاء التفاعل يحتوي على خليط من المواد يتفق مع احد الاجوبة الاتية :

(أ) 4.0 mol (Mg_3N_2) و 1.0 mol (Mg) غير متفاعل

(ب) 2.0 mol (Mg_3N_2) و 2.0 mol (N_2) غير متفاعل

(جـ) 6.0 mol (Mg_3N_2) و 3.0 mol (N_2) غير متفاعل

ج / $3Mg + N_2 \xrightarrow{\Delta} Mg_3N_2$

النسبة بين عدد مولات Mg_3N_2 الى Mg في معادلة التفاعل الموزونة $\frac{1\ mol\ Mg_3N_2}{3\ mol\ Mg}$

النسبة بين عدد مولات Mg_3N_2 الى N_2 في معادلة التفاعل $\frac{1\ mol\ Mg_3N_2}{1\ mol\ N_2}$

عدد مولات Mg_3N_2 الناتجة من تفاعل Mg :

$$n_{(Mg_3N_2)} = 6(mol)\ Mg \times \frac{1\ (mol)\ Mg_3N_2}{3\ (mol)\ Mg} = \boxed{2\ mol}\ Mg_3N_2$$

عدد مولات Mg_3N_2 الناتجة من تفاعل N_2 :

$$n_{(Mg_3N_2)} = 4.0\ (mol)\ N_2 \times \frac{1\ (mol)\ Mg_3N_2}{1\ (mol)\ N_2} = \boxed{4\ mol}\ Mg_3N_2$$

بما ان عدد مولات Mg_3N_2 الناتجة من تفاعل 6.00 من Mg اقل من تلك الناتجة من تفاعل 4.00 من N_2 وعليه فان المادة Mg هي المادة المتفاعلة التي تحدد عدد مولات Mg_3N_2 الناتجة التي تساوي 2.00

لاستخراج المادة المتبقية (غير المتفاعلة) :-

بما ان Mg هو المادة المتفاعلة المحددة للناتج (المتفاعلة تفاعلاً تاماً) اذن المتبقي هو N_2 ولاستخراج عدد مولات N_2 المتبقية .

عدد مولات N_2 = عدد مولات Mg × نسبة مولات المادتين في المعادلة

$$n = 6(mol)Mg \times \frac{1\ (mol)\ N_2}{3\ (mol)\ Mg} = \boxed{2\ mol}\ N_2$$ (متفاعل)

عدد مولات N_2 المتبقية = عدد مولات N_2 المعطاة في السؤال – عدد مولات N_2 المتفاعلة

$$n_{(N_2)} = 4 - 2 = \boxed{2\ mol}\ N_2$$ (متبقي)

اذن الجواب الصحيح هو فرع ب

مثال / يحضر كلوريد الصوديوم من تفاعل الصوديوم مع الكلور حسب المعادلة الاتية :

$$2Na_{(s)} + Cl_{2\,(g)} \longrightarrow 2NaCl_{\,(s)}$$

(أ) ما المادة المتفاعلة المحددة للناتج. عند تفاعل 11.2.00 من Na مع 3.2.00 من Cl_2

(ب) احسب عدد مولات NaCl الناتجة .

ج / النسبة بين عدد مولات NaCl الى Na في معادلة التفاعل $\boxed{\frac{2\ mol\ NaCl}{2\ mol\ Na}}$

النسبة بين عدد مولات NaCl الى Cl_2 في معادلة التفاعل $\boxed{\frac{2\ mol\ NaCl}{1\ mol\ Cl_2}}$

(أ) عدد مولات NaCl الناتجة من 11.2mol من Na.

$$n(mol) = 11.2\ (mol)\ Na \times \frac{2\ (mol)\ NaCl}{2\ (mol)\ Na} = \boxed{11.2\ mol}\ NaCl$$

عدد مولات NaCl الناتجة من 3.2.00 من Cl_2.

$$n(mol) = 3.2\ (mol)\ Cl_2 \times \frac{2\ (mol)\ NaCl}{1\ (mol)\ Cl_2} = \boxed{6.4\ mol}\ NaCl$$

بما ان عدد مولات NaCl الناتجة من تفاعل Cl_2 اقل من تلك الناتجة من تفاعل Na فالمادة Cl_2 هي المادة المتفاعلة المحددة للناتج .

(ب) نحسب عدد مولات NaCl الناتجة من تفاعل 3.2mol من Cl_2 لانها المادة المتفاعلة المحددة للناتج وكما في اعلاه .

$$3.2\ (mol)\ Cl_2 \times \frac{2\ (mol)\ NaCl}{1\ (mol)\ Cl_2} = \boxed{6.4\ mol}\ NaCl$$

تمرين (3-8)

ثنائي اوكسيد السيليكون (الكوارتز) مادة غير نشطة عادة ، لكنها تتفاعل بسرعة مع فلوريد الهيدروجين حسب المعادلة الاتية :

$$SiO_{2(s)} + 4HF_{\,(g)} \longrightarrow SiF_{4\,(g)} + 2H_2O\,(l)$$

فاذا اجري التفاعل بخلط 2.0 mol من HF مع 4.5 mol من SiO_2.

(أ) ما المادة المتفاعلة المحددة للناتج ؟ (ب) ماعدد مولات SiF_4 الناتجة ؟

ج /

$$SiO_2 + 4HF \longrightarrow SiF_4 + 2H_2O$$

(أ) النسبة بين عدد مولات SiF_4 الى SiO_2 في معادلة التفاعل $\boxed{\frac{1\ mol\ SiF_4}{1\ mol\ SiO_2}}$

النسبة بين عدد مولات SiF_4 الى HF في معادلة التفاعل $\boxed{\frac{1\ mol\ SiF_4}{4\ mol\ HF}}$

عدد مولات SiF_4 الناتجة من تفاعل 4.5 mol من SiO_2.

$$n(SiF_4) = 4.5\ (mol)\ SiO_2 \times \frac{1\ (mol)\ SiF_4}{1\ (mol)\ SiO_2} = \boxed{4.5\ mol}\ SiF_4$$

عدد مولات SiF_4 الناتجة من تفاعل 2 mol من HF.

$$n(SiF_4) = 2\ (mol)\ HF \times \frac{1\ (mol)\ SiF_4}{4\ (mol)\ HF} = \boxed{0.5\ mol}\ SiF_4$$

بما ان عدد مولات SiF_4 الناتجة من تفاعل HF اقل من تلك الناتجة من تفاعل SiO_2 فالمادة HF هي المادة المتفاعلة المحددة للناتج .

(ب) نحسب عدد مولات الناتج من تفاعل 2mol من HF لانها المادة المتفاعلة المحددة للناتج كما في اعلاه .

$$n(SiF_4) = 2\ (mol)\ HF \times \frac{1\ (mol)\ SiF_4}{4\ (mol)\ HF} = \boxed{0.5\ mol}\ SiF_4$$

③ حساب حجوم الغازات من المعادلة الكيميائية

- حجم ـ حجم
- حجم ـ مول
- حجم ـ كتلة

الخطوة الاولى / نحسب عدد مولات المادة من كتلتها التي تعطى في السؤال

بتطبيق القانون الاتي : $\boxed{n_{(mol)} = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}}$

او نحسب عدد مولات المادة من حجمها الذي يعطى في السؤال اذا كانت بشكل غاز

بتطبيق القانون العام للغازات : $\boxed{n(mol) = \frac{PV}{RT}}$

او نحسب عدد مولات الغاز اذا كان حجمه مقاس تحت الظروف القياسية (STP)

بتطبيق القانون $\boxed{n_{(mol)} = \frac{V_{(L)}\ at\ STP}{22.4\ L/mol}}$

الخطوة الثانية /

نحسب عدد مولات المادة المطلوبة في السؤال (المجهولة) من عدد مولات المادة المحسوبة في الخطوة الاولى .

عدد المولات المادة المجهولة = عدد مولات المادة المعلومة × نسبة عدد المولات للمادتين في المعادلة

الخطوة الثالثة / نحسب كتلة المادة المطلوبة في السؤال من عدد مولاتها المحسوبة في الخطوة الثانية

بتطبيق القانون : $m_{(g)} = n_{(mol)} \times M_{(g/mol)}$

او نحسب حجم الغاز من عدد مولاته المحسوبة في الخطوة الثانية

بتطبيق القانون : $V_L = \frac{nRT}{P}$

ويمكن حساب حجم الغاز تحت الظروف القياسية (STP)

بتطبيق القانون : $V_L = n_{(mol)} \times 22.4\ (L/mol)$

(☆) **علاقة (حجم - حجم)**

مثال/ يتحد غاز احادي اوكسيد النتروجين NO مع الاوكسجين لتكوين غاز بني اللون من ثنائي اوكسيد النتروجين NO_2 حسب المعادلة الاتية : $2NO_{(g)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$

احسب حجم NO_2 الناتج من تفاعل 34L من O_2 مع كمية كافية من NO علما بان الحجوم مقاسة تحت (STP) .

ج / النسبة بين عدد مولات NO_2 (المجهول) الى O_2 (المعلوم) في معادلة التفاعل $\frac{2\ mol\ NO_2}{1\ mol\ O_2}$

وبما ان الحجوم تتناسب طردياً مع عدد المولات اذا كانت جميعها مقاسة تحت نفس الظروف في STP لذلك فان النسبة بين الحجوم ستكون $\frac{2\ L\ NO_2}{1\ L\ O_2}$ وعليه سيكون حجم NO_2 مساوياً الى :

$$V_{(L)} = 34\ (L)\ O_2 \times \frac{2\ (L)\ NO_2}{1\ (L)\ O_2} = \boxed{68\ L}\ NO_2$$

تمرين (3-9)

يتفاعل الفسفور P_4 مع الهيدروجين لتكوين غاز الفوسفين PH_3 حسب المعادلة الاتية :

$$P_{4(S)} + 6H_{2(g)} \longrightarrow 4PH_{3\,(g)}$$

احسب حجم PH_3 الناتج من تفاعل $0.42L\ H_2$

ج / **الطريقة الاولى /** نحول حجم H_2 الى عدد المولات باستخدام العلاقة الاتية:

$$n_{(mol)} = \frac{V(L)\ at\ (STP)}{22.4\ (L/mol)} = \frac{0.42\ (L)}{22.4\ (L/mol)} = 0.01875\ mol\ H_2$$

نحسب عدد مولات PH_3 الناتج من التفاعل باستخدام النسب المولية:

$$n_{(PH_3)} = n\ mol\ H_2 \times \frac{4\ mol\ PH_3}{6\ mol\ H_2}$$

$$n_{(PH_3)} = 0.01875\ mol\ H_2 \times \frac{4\ mol\ PH_3}{6\ mol\ H_2} = 0.0125\ mol\ PH_3$$

نحول عدد مولات PH_3 الى الحجم باستخدام العلاقة

$$V_{(L)} = n\ (mol) \times 22.4\ (L/mol)$$

$$V_{(L)} = 0.0125\ (mol) \times 22.4\ (L/mol) = \boxed{0.28\ L}\ PH_3$$

الطريقة الثانية/ النسبة بين حجم PH_3 الى حجم H_2 في معادلة التفاعل $\frac{4L\ PH_3}{6L\ H_2}$

حجم غاز PH_3 (المجهول) = حجم غاز H_2 (المعلوم) × نسبة حجمي الغازين في معادلة التفاعل

$$V(L) = 0.42\ (L)\ H_2 \times \frac{4\ (L)\ PH_3}{6\ (L)\ H_2} = \boxed{0.28\ L}\ PH_3$$

(☆) **علاقة حجم - مول**

مثال / احسب عدد مولات ذرات النحاس التي تنتج من تفاعل 4250mL من H_2 تحت STP مع كمية كافية من CuO حسب المعادلة الاتية :

$$CuO_{(s)} + H_{2\,(g)} \xrightarrow{\Delta} Cu_{(s)} + H_2O_{(l)}$$

ج / (1) نحول حجم H_2 من وحدة mL الى وحدة L

$$V(L) = 4250\ (mL)\ H_2 \times \frac{1\ (L)}{1000\ (mL)} = \boxed{4.250\ L}\ H_2$$

(2) نحسب عدد مولات H_2 من حجمه المقاس في STP وذلك بتطبيق القانون :

$$\boxed{n_{(mol)} = \frac{V_{L\ at\ STP}}{22.4\ (L/mol)}} \Rightarrow n_{(H_2)} = \frac{4.250\ (L)}{22.4\ (g/mol)} = \boxed{0.19\ mol}$$

(3) نحسب عدد مولات Cu الناتجة من تفاعل 0.19mol من H_2 ومن استخدام نسبة عدد المولات في المعادلة :

عدد المولات للمادة المجهولة = عدد المولات للمادة المعلومة × نسبة عدد المولات للمادتين في المعادلة

$$n_{(mol)} = 0.19\ (mol)\ H_2 \times \frac{1\ (mol)\ Cu}{1\ (mol)\ H_2} = \boxed{0.19\ mol}\ Cu$$

مثال / احسب حجم O_2 مقاسا في (STP) الذي يمكن الحصول عليه من تسخين 3.50 من KNO_3 حسب المعادلة الاتية :

$$2KNO_{3(S)} \xrightarrow{\Delta} 2KNO_{2(S)} + O_{2\,(g)}$$

ج / النسبة بين عدد مولات O_2 الى KNO_3 في التفاعل $\frac{1\ mol\ O_2}{2\ mol\ KNO_3}$

لذا فعدد مولات O_2 الناتجة من تفكك 3.5mol من KNO_3 هو

$$n(mol) = 3.5\ (mol)\ KNO_3 \times \frac{1\ (mol)\ O_2}{2\ (mol)\ KNO_3} = \boxed{1.75\ mol}\ O_2$$

نحسب حجم O_2 مقاس في STP من القانون : $V(L) = n\ (mol) \times 22.4\ (L/mol)$

$$V(L) = 1.75\ (mol) \times \frac{22.4\ (L)}{1\ (mol)} = \boxed{39.2\ L}$$

مثال / يتفكك 0.4 mol من كلورات البوتاسيوم بالحرارة حسب المعادلة الاتية :

$$2KClO_{3(S)} \xrightarrow{\Delta} 2KCl + 3O_{2(g)}$$

احسب حجم O_2 المتحرر (بدرجة 27°C وتحت ضغط 760 Torr)

ج / (1) نحسب درجة الحرارة بوحدات كلفن : $T(K) = 27°C + 273 = \boxed{300\ K}$

(2) نحسب عدد مولات O_2 الناتجة من تفكك 0.4 mol من $KClO_3$ ونسب عدد المولات .

$$n_{(mol)} = 0.4\ (mol)\ KClO_3 \times \frac{3\ (mol)\ O_2}{2\ (mol)\ KClO_3} = \boxed{0.6\ mol}\ O_2$$

(3) نحسب حجم O_2 (بدرجة حرارة 300K وضغط 1atm (علماً ان ••• 760 = •• 1••)

من تطبيق القانون العام للغازات : $\boxed{V = \frac{nRT}{P}}$

$$V_{(L)} = \frac{0.6\ (mol) \times 0.082\ (L.atm/mol.K) \times 300\ K}{1\ atm} = \boxed{14.76\ L}\ O_2$$

(☆) **علاقة كتلة - حجم**

مثال/ احسب حجم الامونيا NH_3 المتحررة في STP عند معاملة 3.2g من كاربونات الامونيوم مع وفرة من هيدروكسيد الصوديوم . $(NH_4)_2CO_3 + 2NaOH \longrightarrow 2NH_3 + 2H_2O + Na_2CO_3$

الكتلة الذرية لـ (O=16 , C= 12 , N= 14 , H=1)

ج / $M_{(NH_4)_2CO_3} = 2[(1\times14)+(4\times1)] + (1\times12) + (3\times16) = \boxed{96\ g/mol}$

$$n = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{3.2}{96} = 0.0333\ mol\ (NH_4)_2CO_3$$

عدد مولات NH_3 = عدد مولات $(NH_4)_2CO_3$ × (مولات NH_3 في المعادلة / مولات $(NH_4)_2CO_3$ في المعادلة)

$$\frac{2\ mol\ NH_3}{1\ mol\ (NH_4)_2CO_3} \times 0.0333\ mol\ (NH_4)_2CO_3 =$$

$= \boxed{0.0666\ mol}$ من NH_3

لحساب حجم NH_3 المتحررة عند STP

$$V_{(NH_3)} = n_{(mol)} \times 22.4\ (L/mol) = 0.0666 \times 22.4 = \boxed{1.49\ L}\ NH_3$$

مثال / احسب كتلة كاربونات الكالسيوم المتكونة من امرار 1.37L من ثنائي اوكسيد الكاربون في STP في محلول مائي لهيدروكسيد الكالسيوم حسب المعادلة :

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

الكتل الذرية لـ (O=16, C=12, Ca=40)

ج /
$$n_{(CO_2)} = \frac{V_{(L)}\ STP}{22.4\ (L/mol)} = \frac{1.37}{22.4} = \boxed{0.061\ mol}\ CO_2$$

عدد مولات $CaCO_3 = 0.061\ (mol)\ CO_2 \times \frac{1\ (mol)\ CaCO_3}{1\ (mol)\ CO_2}$

$= \boxed{0.061\ mol}\ CaCO_3$

نحسب كتلة $CaCO_3$: $M(CaCO_3) = (1\times40) + (1\times12) + (3\times16) = \boxed{100\ g/mol}$

$$m = n\ (mol) \times M\ (g/mol) = 0.061 \times 100 = \boxed{6.1\ g}\ CaCO_3$$

مثال / يتحد غاز الهيدروجين مع غاز الاثيلين بوجود عامل مساعد لتكوين غاز الايثان حسب المعادلة : $C_2H_4 + H_2 \longrightarrow C_2H_6$ أحسب حجم الهيدروجين المتفاعل وحجم غاز الايثان المتحرر من مفاعلة 3.64g من غاز الاثيلين في درجة 80°C وضغط 5atm؟ علما ان ك . ذ ل: (C=12 , H=1)

ج /
$$M(C_2H_4) = (2\times12) + (4\times1) = \boxed{28\ g/mol}$$

$$n_{(C_2H_4)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{3.64}{28} = \boxed{0.13\ mol}\ C_2H_4$$

نحسب عدد مولات H_2 و C_2H_6

عدد مولات $H_2 = 0.13\ (mol)\ C_2H_4 \times \frac{1\ (mol)\ H_2}{1\ (mol)\ C_2H_4}$

$= \boxed{0.13\ mol}\ H_2$

عدد مولات $C_2H_6 = 0.13\ (mol)\ C_2H_4 \times \frac{1\ (mol)\ C_2H_6}{1\ (mol)\ C_2H_4}$

$= \boxed{0.13\ mol}\ C_2H_6$

نحسب حجم H_2 ، حجم C_2H_6 عند 80°C وضغط (5atm)

بما ان مولات H_2 و C_2H_6 متساوية (0.13) اذن حجومها متساوية

$$\boxed{PV = nRT} \rightarrow V = \frac{nRT}{P}$$

$$V = \frac{0.13\ (mol) \times 0.082\ (L.atm/mol.K) \times (80+273)\ K}{5\ atm} = \boxed{0.75\ L}\ H_2, C_2H_6$$

مثال / عند معاملة كاربيد الكالسيوم مع الماء يتحرر غاز الاستيلين عديم الذوبان في الماء حسب المعادلة الاتية: $CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$ اذا علمت ان حجم غاز الاستيلين الجاف 0.3L في درجة حرارة 25°C وضغط ••• 760. احسب عدد غرامات الكاربيد المتفاعلة مع الماء ؟ ك.ذ.ل (Ca=40, C=12, H=1)

ج / نحسب عدد مولات غاز الاستيلين :

$$PV = nRT \rightarrow n = \frac{PV}{RT}$$

$$760\ Torr = 1\ atm \qquad T = 25°C + 273 = 298\ K$$

$$n_{(C_2H_2)} = \frac{1\ (atm) \times 0.3\ (L)}{0.082\ (L.atm/mol.K) \times 298\ (K)} = \frac{0.3}{24.436} = 0.0122\ mol\ C_2H_2$$

نحسب عدد مولات CaC_2 :

عدد مولات $CaC_2 = \frac{1\ (mol)\ CaC_2}{1\ (mol)\ C_2H_2} \times 0.0122\ (mol)\ C_2H_2$

= 0.0122 mol من CaC_2

نحسب عدد غرامات كاربيد الكالسيوم المتفاعلة مع الماء

$$m_{(g)} = n_{(mol)} \times M\ (g/mol) = 0.0122\ (mol) \times (40+2\times12)\ (g/mol) = 0.78\ g\ CaC_2$$

تمرين (3-10)

يحترق الهيدرازين N_2H_4 المستخدم كوقود للصاروخ حسب المعادلة الاتية :

$$N_2H_4\ (l) + O_2\ (g) \longrightarrow N_2\ (g) + 2H_2O\ (g)$$

احسب حجم N_2 تحت STP الناتج من تفاعل 1.0Kg من N_2H_4 مع كمية كافية من الاوكسجين.

علما ان ك.ذ. لـ (1= H , 14 = N)

ج / $N_2H_4 + O_2 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$

نحول كتلة N_2H_4 من Kg الى g ثم نستخرج عدد مولات N_2H_4 ثم نجد عدد مولات N_2 (المادة المجهولة) ثم نستخرج حجم N_2 وهو المطلوب.

(1) نحول الكتلة N_2H_4 من Kg الى g

$$m_{(g)} = \frac{1000\ (g)}{1\ (Kg)} \times 1\ (Kg) = 1000\ g \quad (N_2H_4 \text{ كتلة})$$

(2) نحسب عدد مولات N_2H_4 من كتلة 1000g

$$n_{(mol)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{1000\ (g)}{(2\times14+4\times1)\ (g/mol)} = 31.25\ mol\ N_2H_4$$

(3) نحسب عدد مولات N_2 الناتجة من تفاعل 31.25mol من N_2H_4

عدد المولات المادة المجهولة N_2 = عدد مولات المادة المعلومة N_2H_4 × نسبة عدد المولات للمادتين في المعادلة .

$$n_{(mol)} = 31.25\ (mol)\ N_2H_4 \times \frac{1\ (mol)\ N_2\ (\text{المادة المجهولة})}{1\ (mol)\ N_2H_4\ (\text{المادة المعلومة})} = 31.25\ mol\ N_2$$

(4) نحسب حجم غاز N_2 تحت STP

$$V_{(L)} = n_{(mol)} \times 22.4\ (L/mol) = 31.25(mol) \times 22.4\ (L/mol) = 700\ L \quad (N_2 \text{ حجم})$$

تمرين (3-11)

تتفكك نترات الامونيوم NH_4NO_3 بالحرارة العالية حسب المعادلة الاتية :

$2NH_4NO_{3(S)} \longrightarrow 2N_{2(g)} + 4H_2O_{(g)} + O_{2(g)}$ احسب الحجم الكلي للغازات مقاس تحت STP والناتجة من تفكك 34g من NH_4NO_3 . (ك.ذ لـ (N=14, O=16, H=1)

ج / (1) نحسب عدد مولات NH_4NO_3 (المادة المعلومة) من كتلة 34g

$$n_{(mol)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{34\ (g)}{(14+4\times1+14+3\times16)\ (g/mol)} = \frac{34\ (g)}{80\ (g/mol)} = \boxed{0.425\ mol}\ NH_4NO_3$$

(2) نحسب عدد مولات الغازات (O_2,H_2O,N_2) الناتجة من تفاعل 0.425mol من NH_4NO_3 باستخدام القانون الاتي

عدد مولات المادة المجهولة = عدد مولات المادة المعلومة NH_4NO_3 × نسبة عدد مولات المادتين في المعادلة

(أ) $$n_{(N_2)} = 0.425\ (mol)\ NH_4NO_3 \times \frac{2\ (mol)\ N_2}{2\ (mol)\ NH_4NO_3} = \boxed{0.425\ mol}\ N_2$$

$$n_{(H_2O)} = 0.425\ (mol)\ NH_4NO_3 \times \frac{4\ (mol)\ H_2O}{2\ (mol)\ NH_4NO_3} = \boxed{0.85\ mol}\ H_2O$$

$$n_{(O_2)} = 0.425\ (mol)\ NH_4NO_3 \times \frac{1\ (mol)\ O_2}{2\ (mol)\ NH_4NO_3} = \boxed{0.213\ mol}\ O_2$$

(3) نحسب حجم الغازات (O_2, H_2O, N_2) مقاسة تحت STP

حسب القانون الاتي : $V_{(L)} = n_{(mol)} \times 22.4\ (L/mol)$

$$V_{(N_2)} = 0.425(mol) \times 22.4\ (L/mol) = \boxed{9.52\ L}\ N_2$$

$$V_{(H_2O)} = 0.85\ (mol) \times 22.4\ (L/mol) = \boxed{19.04\ L}\ H_2O$$

$$V_{(O_2)} = 0.2125(mol) \times 22.4\ (L/mol) = \boxed{4.77\ L}\ O_2$$

اذن حجم الكلي للغازات مقاس تحت STP:

$$V_{(L)} = V_{(N_2)} + V_{(H_2O)} + V_{(O_2)} = 9.52\ (L) + 19.04\ (L) + 4.77\ (L) = \boxed{33.33\ L}$$

تمرين (3-12)

للتفاعل الاتي : $Mg_3N_{2(S)} + 6H_2O_{(l)} \longrightarrow 3Mg(OH)_{2(S)} + 2NH_{3(g)}$ احسب/

(أ) عدد غرامات نتريد المغنيسيوم Mg_3N_2 اللازمة لتكوين 5.75L من الامونيا عند STP (ك.ذ N=14, Mg=24)

(ب) عدد مولات $Mg(OH)_2$ الناتجة .

ج/ $$Mg_3N_2 + 6H_2O \longrightarrow 3Mg(OH)_2 + 2NH_3$$

(أ) (1) نحسب عدد مولات الامونيا NH_3 المعلومة الحجم عند STP باستخدام القانون .

$$n(mol) = \frac{V_{(L)} \text{ at STP}}{22.4\ (L/mol)} \Rightarrow n(NH_3) = \frac{5.75\ (L)}{22.4\ (L/mol)} = \boxed{0.26\ mol}\ NH_3$$

(2) نحسب عدد مولات Mg_3N_2 التي تنتج 0.256 mol من NH_3 .

عدد مولات Mg_3N_2 = عدد مولات NH_3 × (عدد مولات Mg_3N_2 في المعادلة / عدد مولات NH_3 في المعادلة)

$$n(mol) = 0.26\ (mol)\ NH_3 \times \frac{1\ (mol)\ Mg_3N_2}{2\ (mol)\ NH_3} = \boxed{0.13\ mol}\ Mg_3N_2$$

(3) نحسب عدد غرامات Mg_3N_2 من عدد مولاته

$$M(Mg_3N_2) = (3\times 24) + (2\times 14) = 100\ g/mol$$

$$m(g) = n(mol) \times M\ (g/mol) = 0.13\ (mol) \times 100\ (g/mol) = \boxed{13\ g}\ (\text{كتلة } Mg_3N_2)$$

(ب) نحسب عدد مولات $Mg(OH)_2$ الناتجة من عدد مولات المادة المتفاعلة Mg_3N_2 حسب العلاقة :

عدد مولات $Mg(OH)_2$ = عدد مولات Mg_3N_2 × نسبة عدد مولات المادتين في المعادلة

$$n(mol) = 0.13\ (mol)\ Mg_3N_2 \times \frac{3\ (mol)\ Mg(OH)_2}{1\ (mol)\ Mg_3N_2} = \boxed{0.39\ mol}\ Mg(OH)_2$$

ملاحظة / يمكن حساب عدد مولات $Mg(OH)_2$ من عدد مولات NH_3 حسب العلاقة اعلاه (مع العلم ان كلا المادتين هي مواد ناتجة) .

حساب النسبة المئوية للناتج Percent yield باستخدام المعادلة الكيميائية :

الناتج النظري :

هو كتلة المادة الناتجة والتي تحسب من معادلة التفاعل الموزونة ومن كتلة مادة معلومة مشتركة في التفاعل .

الناتج الحقيقي :

هو كتلة المادة الناتجة والتي تقاس عند اجراء تجربة عملية لتحضيرها . ويكون الناتج الحقيقي (الفعلي) اقل دائماً من الناتج النظري .

علل/ الناتج الحقيقي (الفعلي) اقل دائما من الناتج النظري بسبب :

ج /(1) عدم اكتمال التفاعل بين المواد المتفاعلة .

(2) عند استعمال مواد غير نقية تحصل تفاعلات جانبية ينتج عنها مواد غير مرغوب فيها .

(3) فقدان كمية من المادة الناتجة عند اجراء عملية الترشيح او عند نقلها من وعاء الى اخر

(4) عدم دقة قياس كتل المواد المتفاعلة والناتجة .

☆ **لحساب النسبة المئوية للناتج نطبق القانون الاتي :**

$$\text{Percent} = \frac{\text{Actual yeild}}{\text{Theoretical yeild}}$$

النسبة المئوية للناتج =	الناتج الحقيقي (الفعلي) / الناتج النظري	×%100

مثال / افترض التفاعل الاتي : $2Al(s) + 3Cl_2(g) \longrightarrow 2AlCl_3(s)$

احسب النسبة المئوية لكلوريد الالمنيوم الناتج من تفاعل 1.50 من Al اذا علمت ان كتلته المنتجة فعليا تساوي 139g اذا علمت ان الكتلة المولية لـ $AlCl_3$=133.5g/mol

ج / (1) نحسب عدد مولات $AlCl_3$.

عدد مولات $AlCl_3$ = عدد مولات Al × نسبة عدد مولات المادتين في المعادلة الموزونة

$$n(mol) = 1.5\ (mol)\ Al \times \frac{2\ (mol)\ AlCl_3}{2\ (mol)\ Al} = \boxed{1.5\ mol}\ AlCl_3$$

(2) نحسب كتلة $AlCl_3$ الناتجة نظرياً من عدد المولات المعلومة والكتلة المولية لـ $AlCl_3$.

$$m(g) = n(mol) \times M(g/mol) = 1.5\ (mol) \times 133.5\ (g/mol) = \boxed{200.3\ g}$$

(3) النسبة المئوية للناتج $AlCl_3$ هي:

$$\%AlCl_3 = \frac{139\ (g)}{200.3\ (g)} \times \%100 = \boxed{69.4\%}$$

مثال / تتفكك كاربونات الكالسيوم بالحرارة حسب المعادلة الاتية : $CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2\ (g)$

(1) ماكتلة CaO المحسوبة نظريا والتي تنتج من تسخين 24.8g من $CaCO_3$

(2) احسب النسبة المئوية لانتاج CaO إذا كانت كتلته المنتجة فعليا تساوي 13.1g

علما بان الكتلة المولية لـ $CaCO_3$ تساوي $100\ \frac{g}{mol}$ ولـ CaO تساوي $56\ \frac{g}{mol}$

ج/ (1) نحول كتلة $CaCO_3$ الى مولات $CaCO_3$

$$n(mol) = \frac{24.8\ (g)}{100\ (g/mol)} = \boxed{0.25\ mol}\ CaCO_3$$

نحسب عدد مولات CaO الناتجة من 0.25 mol من $CaCO_3$

عدد مولات CaO = عدد مولات $CaCO_3$ × نسبة مولات المادتين في المعادلة

$$n(mol) = 0.25\ (mol)\ CaCO_3 \times \frac{1\ (mol)\ CaO}{1\ (mol)\ CaCO_3} = \boxed{0.25\ mol}\ CaO$$

نحسب كتلة 0.25mol من CaO (الناتج النظري)

$$m(g) = 0.25\ (mol) \times 56\ (g/mol) = \boxed{14\ g}\ CaO$$

(2) نحسب النسبة المئوية لانتاج CaO

النسبة المئوية للناتج =	كتلة الناتج الحقيقي (الفعلي) / كتلة الناتج النظري	×%100

$$\%CaO = \frac{13.1\ (g)}{14\ (g)} \times \%100 = \boxed{93.6\ \%}$$

تمرين (3-13)

يتفاعل 1.68g من الكادميوم مع حامض الهيدروكلوريك المخفف حسب المعادلة الاتية :

$$Cd(s) + 2HCl\ (aq) \longrightarrow CdCl_2\ (s) + H_2\ (g)$$

(1) احسب عدد غرامات الهيدروجين الناتجة . (ك.ذ لـ (Cd=112 , H=1)

(2) أحسب النسبة المئوية لانتاج الهيدروجين اذا كان انتاجه الفعلي يساوي 0.025g.

ج/

$$Cd + 2HCl \longrightarrow CdCl_2 + H_2$$

(1) نحسب عدد مولات الكادميوم Cd

$$n(mol) = \frac{m\ (g)}{M(g/mol)} = \frac{1.68\ (g)}{112\ (g/mol)} = \boxed{0.015\ mol}\ Cd$$

نحسب عدد مولات المادة المجهولة H_2 الناتجة من تفاعل 0.015 من الكادميوم .

عدد مولات H_2 = عدد مولات Cd × نسبة مولات المادتين في المعادلة

$$n(H_2) = 0.015\ (mol)\ Cd \times \frac{1\ (mol)\ H_2}{1\ (mol)\ Cd} = \boxed{0.015\ mol}\ H_2$$

نحسب عدد غرامات 0.015mol من H_2 (الناتج النظري): $\boxed{m(g) = n(mol) \times M\ (g/mol)}$

$$= 0.015\ (mol) \times (2\times1)\ (g/mol) = \boxed{0.03\ g}\ H_2$$

(2) نحسب النسبة المئوية لانتاج H_2

النسبة المئوية للناتج =	كتلة الناتج الحقيقي (الفعلي) / كتلة الناتج النظري	$\times 100\%$

$$\%H_2 = \frac{0.025\ (g)}{0.03\ (g)} \times 100\% = \boxed{83.33\ \%}$$

ملاحظة/ عندما يعطي في السؤال مقدار كل مادة متفاعلة (كتلة ، مول ...) والمطلوب كمية المادة او المواد الناتجة(كتلة ، مول ...) يجب تحديد المادة المتفاعلة المحددة للنواتج.

تمرين (3-14)

يتفاعل 7.31g من الحديد مع 0.3 من حامض الهيدروكلوريك المخفف حسب المعادلة الاتية :

$$Fe(s) + 2HCl\ (aq) \longrightarrow FeCl_2\ (s) + H_2\ (g)$$

(1) احسب عدد غرامات الهيدروجين الناتجة علما ان الكتلة الذرية لـ (Fe=56, H=1)

(2) احسب النسبة المئوية لانتاج الهيدروجين اذا كان انتاجه الحقيقي يساوي 0.22g

ج / $$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$$

يجب معرفة المادة المتفاعلة المحددة للناتج

نحسب عدد مولات Fe

$$n_{(Fe)} = \frac{7.31\ (g)}{56\ (g/mol)} = \boxed{0.13\ mol}\ Fe$$

نحسب عدد مولات H_2 الناتجة من تفاعل 0.13 من Fe باستخدام نسبة المولات في المعادلة

$$n_{(mol)} = 0.13\ (mol)\ Fe \times \frac{1\ (mol)\ H_2}{1\ (mol)\ Fe} = \boxed{0.13\ mol}\ H_2$$

نحسب عدد مولات H_2 الناتجة من تفاعل 0.3 من HCl.

$$n_{(mol)} = 0.3\ (mol)\ HCl \times \frac{1\ (mol)\ H_2}{2\ (mol)\ HCl} = \boxed{0.15\ mol}\ H_2$$

ان المادة المتفاعلة المحددة للناتج هي الحديد Fe لانها اعطت ناتج من H_2 أقل من تلك التي اعطته HCl.

(1) وعليه لايجاد عدد غرامات الهيدروجين الناتجة نحسب عدد مولات الهيدروجين الناتجة من تفاعل 0.13 Fe كما في اعلاه .

$$n_{(mol)} = 0.13\ (mol)\ Fe \times \frac{1\ (mol)\ H_2}{1\ (mol)\ Fe} = \boxed{0.13\ mol}\ H_2$$

نحسب عدد غرامات H_2 الناتجة نظرياً : $\boxed{m_{(g)} = n_{(mol)} \times M_{(g/mol)}}$

$$m_{(g)} = 0.13\ (mol) \times 2\ (g/mol) = \boxed{0.26\ g}\ H_2$$

(2) نحسب النسبة المئوية لانتاج H_2

$$\%H_2 = \frac{0.22\ (g)}{0.26\ (g)} \times 100\% = \boxed{84.6\ \%}$$

مفاهيم اساسية

- **المعادلة الكيميائية Chemical Equation**

هي طريق مختصر للتعبير عن تفاعل كيميائي بدلالة الرموز والصيغ الكيميائية.

- **حساب عدد مولات المادة من كتلتها وكتلها المولية**

$$n_{(mol)} = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}$$

- **حساب كتلة المادة من عدد مولاتها وكتلها المولية**

$$m_{(g)} = n_{(mol)} \times M\ (g/mol)$$

- **حساب عدد مولات الغاز من القانون العام للغازات**

$$n_{(mol)} = \frac{P(atm) \times V(L)}{R(atm.L/mol.K) \times T(K)}$$

- **حساب عدد مولات الغاز من حجمه المقاس تحت (STP)**

$$n_{(mol)} = \frac{V(L)\ at\ (STP)}{22.4(L/mol)}$$

- **حساب حجم الغاز من عدد مولاته وبتطبيق القانون العام للغازات**

$$V_{(L)} = \frac{n(mol) \times R(atm.L/mol.K) \times T(K)}{P(atm)}$$

- **حساب حجم الغاز مقاس تحت (STP) من عدد مولاته**

$$V_{(L)} = n_{(mol)} \times 22.4(L/mol)$$

- **حساب عدد مولات مادة من عدد مولات مادة اخرى معلومة في المعادلة**

عدد مولات المادة يساوي عدد مولات المادة المعلومة في نسبة عدد مولات المادتين في معادلة التفاعل الموزونة.

- **المادة المتفاعلة المحددة للناتج**

هي المادة التي تتفاعل بشكل تام ، وإن عدد مولاتها الموضوعة في التفاعل تحدد عدد مولات المادة الناتجة .او هي المادة التي تكوّن اقل عدد من مولات المادة الناتجة.

- **الناتج النظري Theoritical yield**

هو كتلة المادة الناتجة والتي تُحسب من معادلة التفاعل الموزونة ومن كتلة مادة معلومة مشتركة في التفاعل.

- **الناتج الحقيقي Actual yield**

هو كتلة المادة الناتجة والتي تقاس عند إجراء تجربة عملية لتحضيرها .ويكون الناتج الحقيقي(الفعلي) أقل دائماً من الناتج النظري.

اسئلة الفصل الثالث وحلولها

ملاحظة :

ك.ذ.ل	S = 32	C = 12	N = 14	H = 1	F= 19	O = 16	Fe = 56	Si = 28
	Cl=35.5	Mg=24	P= 31	Hg= 201	Al= 27	Ni = 59	Ca=40	Ar=40

س1/ يتفاعل •• •1.26 من النحاس مع •• •0.8 من الكبريت لتكوين كبريتيد النحاس حسب المعادلة الاتية:

$$2Cu(s) + S(s) \longrightarrow Cu_2S(s)$$

(أ) ما المادة المتفاعلة المحددة للناتج . (ب) احسب عدد مولات المادة المتبقية بدون تفاعل .

ج/ النسبة بين عدد مولات Cu_2S الى Cu في معادلة التفاعل $\boxed{\dfrac{1\ (mol)\ Cu_2S}{2\ (mol)\ Cu}}$

النسبة بين عدد مولات Cu_2S الى S في معادلة التفاعل $\boxed{\dfrac{1\ (mol)\ Cu_2S}{2\ (mol)\ S}}$

(أ) عدد مولات Cu_2S الناتجة من تفاعل •• •1.26 من النحاس Cu

$$n = 1.26\ (mol)\ Cu \times \frac{1\ (mol)\ Cu_2S}{2\ (mol)\ Cu} = \boxed{0.63\ mol}\ Cu_2S$$

عدد مولات Cu_2S الناتجة من تفاعل •• •0.8 من الكبريت S

$$n = 0.8\ (mol)\ S \times \frac{1\ (mol)\ Cu_2S}{1\ (mol)\ S} = \boxed{0.8\ mol}\ Cu_2S$$

ان المادة المتفاعلة المحددة للناتج هي النحاس لانها اعطت ناتج من عدد مولات Cu_2S اقل من تلك التي اعطته S

(ب) بما ان النحاس هو المادة المحددة للناتج (المتفاعلة تفاعلاً تاماً)

∴ المتبقي هو S ولاستخراج عدد مولاته المتبقية غير المتفاعلة

عدد مولات S (المتفاعلة مع Cu) = عدد مولات Cu × نسبة مولات المادتين في المعادلة

$$n = 1.26\ (mol)\ Cu \times \frac{1\ (mol)\ S}{2\ (mol)\ Cu} = \boxed{0.63\ mol}\ S$$

∴ عدد مولات S المتبقية بدون تفاعل = عدد مولات S الكلية (المعطى في السؤال) – عدد مولات S المتفاعلة
$S = 0.63 - 0.8$ $\boxed{0.17\ mol}$ متبقي

س2/ ينتج الحديد من تفاعل اختزال اوكسيد الحديد III Fe_2O_3 بواسطة غاز احادي اوكسيد الكاربون ، حسب المعادلة الاتية :

$$Fe_2O_3(s) + 3CO\ (g) \longrightarrow 2Fe\ (s) + 3CO_2(g)$$

(أ) ما اعلى كتلة للحديد يمكن الحصول عليها من اختزال 454g من اوكسيد الحديد .

(ب) ماكتلة CO اللازمة لعملية الاختزال .

(جـ) ما النسبة المئوية لانتاج الحديد اذا كانت كتلته المنتجة فعليا تساوي 265.8g

ج / (أ) نحسب عدد مولات اوكسيد الحديد Fe_2O_3III

$$n_{(mol)} = \frac{454\ (g)}{(2\times56 + 3\times16)\ (g/mol)} = \frac{454\ (g)}{160\ (g/mol)} = \boxed{2.84\ mol}\ Fe_2O_3$$

نحسب عدد مولات الحديد Fe المتكونة من 2.84 Fe_2O_3

$$n_{(Fe)} = 2.84\ (mol)\ Fe_2O_3 \times \frac{2\ (mol)\ Fe}{1\ (mol)\ Fe_2O_3} = \boxed{5.68\ mol}\ Fe$$

نحسب كتلة الحديد الناتجة: $m_{(g)} = 5.68\ (mol) \times 56\ (g/mol) = \boxed{318.08\ g}\ Fe$

(ب) عدد مولات Fe_2O_3 تساوي 2.84 (فرع (أ))

نحسب عدد مولات CO : $n_{(CO)} = 2.84\ (mol)\ Fe_2O_3 \times \frac{3\ (mol)\ CO}{1\ (mol)\ Fe_2O_3} = \boxed{8.52\ mol}\ CO$

نحسب كتلة CO اللازمة لعملية الاختزال

$$m_{(g)} = 8.52\ (mol) \times (12+16)\ (g/mol) = \boxed{238.56\ g}\ CO$$

(جـ) النسبة المئوية للحديد = $\frac{\text{كتلة الناتج الفعلي}}{\text{كتلة الناتج النظري}} \times 100\%$

$$\%Fe = \frac{265.8\ (g)}{318.08\ (g)} \times 100\% = \boxed{83.56\ \%}$$

س3/ يتفاعل 50.0 من ثنائي اوكسيد السليكون SiO_2 مع كمية كافية من الكاربون حسب المعادلة الاتية:

$$SiO_{2(S)} + 3C_{(S)} \longrightarrow SiC_{(S)} + 2CO_{(g)}$$

احسب: (أ) عدد غرامات كاربيد السليكون SiC الناتجة

(ب) عدد غرامات احادي اوكسيد الكاربون CO الناتجة .

ج / (أ) نحسب عدد مولات SiO_2: $n_{(SiO_2)} = \frac{50\ (g)}{(1\times28 + 2\times16)\ (g/mol)} = \boxed{0.833\ mol}$

نحسب عدد مولات SiC الناتجة من 0.833 من SiO_2 .

$$n_{(SiC)} = 0.833\ (mol)\ SiO_2 \times \frac{1\ (mol)\ SiC}{1\ (mol)\ SiO_2} = \boxed{0.833\ mol}\ SiC$$

نحسب عدد غرامات SiC: $M_{(SiC)} = (1\times28) + (1\times12) = 40\ g/mol$

$$m_{(SiC)} = n_{(SiC)} \times M_{(SiC)}$$

$$= 0.833\ (mol) \times 40\ (g/mol) = \boxed{33.32\ g}$$

ج / (ب) عدد مولات SiO_2 تساوي 0.833 (فرع(أ))

نحسب عدد مولات CO الناتجة من 0.833 من SiO_2 باستخدام النسب المولية

$$n_{(CO)} = 0.833\ (mol)\ SiO_2 \times \frac{2\ (mol)\ CO}{1\ (mol)\ SiO_2} = \boxed{1.666\ mol}\ CO$$

نحسب عدد غرامات CO : $m_{(CO)} = n_{(CO)} \times M_{(CO)}$

$$= 1.666\ (mol) \times (12+16)\ (g/mol) = \boxed{46.65\ g}\ CO$$

س4/ يحضر غاز الهيدروجين من تفاعل المغنيسيوم مع حامض الهيدروكلوريك المخفف حسب المعادلة الاتية :

$$Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$$

(أ) ماهي المادة المتفاعلة المحددة للناتج عند تفاعل $6\ g$ HCl مع $5\ g$ Mg

(ب) ماعدد مولات $MgCl_2$ الناتجة . (جـ) ماحجم H_2 الناتج في (STP) .

(د) احسب كتلة $MgCl_2$ الناتجة . (هـ) ماحجم H_2 الناتج عند درجة حرارة 37°C وضغط 2.5atm

ج / (أ) نحسب عدد مولات كل من HCl و Mg .

$$n_{(HCl)} = \frac{6\ (g)}{(1+35.5)\ (g/mol)} = \boxed{0.16\ mol}\ HCl\ ,\ n_{(Mg)} = \frac{5\ (g)}{24\ (g/mol)} = \boxed{0.21\ mol}\ Mg$$

نحسب عدد مولات $MgCl_2$ الناتجة من 0.16 mol من HCl

عدد مولات $MgCl_2$ = عدد مولات HCl × نسبة عدد مولات المادتين في المعادلة .

$$n = 0.16\ (mol)\ HCl \times \frac{1\ (mol)\ MgCl_2}{2\ (mol)\ HCl} = \boxed{0.08\ mol}\ MgCl_2$$

نحسب عدد مولات $MgCl_2$ الناتجة من ∴ 0.21 من Mg

$$\text{عدد مولات } MgCl_2 = \text{عدد مولات } Mg \times \frac{\text{عدد مولات } MgCl_2 \text{ في المعادلة}}{\text{عدد مولات } Mg \text{ في المعادلة}}$$

$$n = 0.21\ (mol)\ Mg \times \frac{1\ (mol)\ MgCl_2}{1\ (mol)\ Mg} = \boxed{0.21\ mol}\ MgCl_2$$

بما ان عدد مولات $MgCl_2$ الناتجة من تفاعل HCl اقل من تلك الناتجة من تفاعل Mg ، فالمادة **HCl** هي المادة المتفاعلة المحددة للناتج .

(ب) نحسب عدد مولات $MgCl_2$ الناتجة من تفاعل **0.16mol HCl** لانها المادة المتفاعلة المحددة لعدد مولات $MgCl_2$ الناتجة كما في اعلاه .

$$n = 0.16\ (mol)\ HCl \times \frac{1\ (mol)\ MgCl_2}{2\ (mol)\ HCl} = \boxed{0.08\ mol}\ MgCl_2$$

(جـ) نحسب عدد مولات H_2 من **0.16mol HCl** (المادة المحددة للناتج) .

$$n_{(H_2)} = 0.16\ (mol)\ HCl \times \frac{1\ (mol)\ H_2}{2\ (mol)\ HCl} = \boxed{0.08\ mol}\ H_2$$

لقياس حجم H_2 تحت STP : $\boxed{V_{(L)} = n_{(mol)} \times 22.4\ (L/mol)}$

$$V_{(H_2)} = 0.08\ (mol) \times 22.4\ (L/mol) = \boxed{1.79\ L}\ H_2$$

(د) عدد مولات $MgCl_2$ الناتجة تساوي ∴ 0.08 (من فرع (ب))

$$M(MgCl_2) = (1\times24) + (2\times35.5) = \boxed{95\ g/mol}$$

$$\boxed{m_{(g)} = n_{(mol)} \times M\ (g/mol)}$$

$$m_{(MgCl_2)} = 0.08\ (mol) \times 95\ (g/mol) = \boxed{7.6\ g}\ MgCl_2$$

(هـ) عدد مولات ∴ H_2=0.08 (من فرع (جـ))

نحسب حجم H_2 باستخدام القانون العام للغازات $\boxed{V_{(L)} = \frac{nRT}{P}}$

$$V_{(L)} = \frac{0.08\ (mol) \times 0.082\ (L.atm/mol.K) \times (37 + 273)\ (K)}{2.5\ atm} = \boxed{0.81\ L}\ H_2$$

س5/ يحترق الاستلين بتفاعله مع الاوكسجين لتوليد الشعلة الاوكسي استيلينية حسب المعادلة الاتية :

$$2C_2H_2(g) + 5O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 4CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

احسب / (أ) حجم O2 مقاس في STP اللازم للتفاعل مع 55.0g مع الاستيلين .

(ب) عدد جزيئات CO_2 الناتجة من التفاعل .

ج / (أ) نحسب عدد مولات الاستيلين C_2H_2 من 55٠ منها .

$$n_{(mol)} = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)} = \frac{55\ (g)}{(2\times12 + 2\times1)\ (g/mol)} = \boxed{2.1\ mol}\ C_2H_2$$

نحسب عدد مولات O_2 اللازمة للتفاعل مع $\boxed{2.1mol\ \ C_2H_2}$

$$n_{(O_2)} = 2.1\ (mol)\ C_2H_2 \times \frac{5\ (mol)\ O_2}{2\ (mol)\ C_2H_2} = \boxed{5.25\ mol}\ O_2$$

نحسب حجم O_2 في STP :

$$\boxed{V_{(L)} = n_{(mol)} \times 22.4\ (L/mol)}$$

$$= 5.25\ (mol) \times 22.4\ (L/mol) = \boxed{117.6\ L}\ O_2$$

ج / (ب) نحسب عدد مولات CO_2 الناتجة من تفاعل ٠٠ 2.1٠ من C_2H_2

$$n_{(CO_2)} = 2.1\ (mol)\ C_2H_2 \times \frac{4\ (mol)\ CO_2}{2\ (mol)\ C_2H_2} = \boxed{4.2\ mol}\ CO_2$$

عدد جزيئات CO_2 = عدد المولات × عدد افوكادرو من جزيئات CO_2

$$= 6.023 \times 10^{23} \times 4.2$$

$$= \boxed{25.3 \times 10^{23}}\ \text{جزيء}\ CO_2$$

س 6 / للتفاعل الاتي : $P_4(S) + 6F_2(g) \longrightarrow 4PF_3(g)$ عدد غرامات F_2 اللازمة للتفاعل مع 6.02٠ من P_4 هي : (أ) 2.85٠ (ب) 5.70٠ (جـ) 11.4٠ (د) 37.2٠

ج / نحسب عدد مولات P_4 من 6.02 ٠ منها

$$\boxed{n_{(mol)} = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}} \rightarrow n_{(P_4)} = \frac{6.02\ (g)}{(4\times31)\ (g/mol)} = \boxed{0.05\ mol}\ P_4$$

نحسب عدد مولات F_2 اللازمة للتفاعل مع ٠٠ ٠ 0.05 من P_4

$$n_{(F_2)} = 0.05\ (mol)\ P_4 \times \frac{6\ (mol)\ F_2}{1\ (mol)\ P_4} = \boxed{0.3\ mol}\ F_2$$

نحسب عدد غرامات F_2 اللازمة للتفاعل .

$$m_{(F_2)} = 0.3\ (mol) \times (2\times19)\ (g/mol) = \boxed{11.4\ g}\ F_2$$

∴ **الجواب الصحيح هو (جـ)**

س7/ يحضر كحول المثيل CH_3OH صناعيا من تسخين غاز احادي اوكسيد الكاربون مع الهيدروجين تحت ضغط عال وبوجود عامل مساعد من اوكسيد الكروم Cr_2O_3 واوكسيد الخارصين ZnO وحسب المعادلة الاتية:

$$CO(g) + 2H_2(g) \longrightarrow CH_3OH(g)$$

احسب (أ) حجم CH_3OH الناتج عند تفاعل 60.0L من CO مع 80.0L من H_2 .
(ب) ماحجم غاز CO او H_2 غير المتفاعل

ج / (أ) اولاً يجب ايجاد حجم المادة المتفاعلة المحددة للناتج :

حجم غاز CH_3OH الناتج من 60 من غاز CO

$$V_{(CH_3OH)} = 60\,(L)\,CO \times \frac{1\,(L)\,CH_3OH}{1\,(L)\,CO} = \boxed{60\,L}\ CH_3OH$$

حجم غاز CH_3OH الناتج من 80 من غاز H_2

$$V_{(CH_3OH)} = 80\,(L)\,H_2 \times \frac{1\,(L)\,CH_3OH}{1\,(L)\,H_2} = \boxed{40\,L}\ CH_3OH$$

بما ان حجم CH_3OH الناتج من تفاعل H_2 اقل من الحجم الناتج من تفاعل CO. فالمادة H_2 هي المادة المحددة لتكوين الناتج CH_3OH.وعليه نحسب حجم CH_3OH الناتج من تفاعل $\boxed{80\,L}$ H_2 كما في اعلاه .

$$V_{(CH_3OH)} = 80\,(L)\,H_2 \times \frac{1\,(L)\,CH_3OH}{2\,(L)\,H_2} = \boxed{40\,L}\ CH_3OH$$

ج / (ب) بما ان المادة المحددة للتفاعل هي H_2 (المتفاعلة تفاعلاً تاماً)

∴ المتبقي (غير المتفاعل) هو غاز CO ولايجاد حجم CO المتبقي :

نستخرج حجم CO المتفاعل فعلاً مع H_2 وحاصل الطرح بين حجم CO المستخرج والمعطى في السؤال يمثل حجم CO الغير متفاعل.

$$V_{(CO)} = 80\,(L)\,H_2 \times \frac{1\,(L)\,CO}{2\,(L)\,H_2} = \boxed{40\,L}\ CO\,(\text{المتفاعل})$$

حجم CO الغير متفاعل $= 60L - 40L = \boxed{20\,L}$ CO (الحجم المتبقي)

س8/ للتفاعل الاتي : $3Cl_{2(g)} + 6KOH_{(aq)} \longrightarrow 5KCl_{(aq)} + KClO_{3(aq)} + 3H_2O_{(l)}$

احسب عدد مولات $KClO_3$ الناتجة من تفاعل 24.7 من الكلور مقاس في (STP) .

ج / نحسب عدد مولات الكلور Cl_2 مقاس في STP

$$n_{(mol)} = \frac{V(L)}{22.4\,(L/mol)} = \frac{24.7(L)}{22.4\,(L/mol)} = \boxed{1.1\,mol}\ Cl_2$$

نحسب عدد مولات $KClO_3$ الناتجة من 1.1 من Cl_2:

$$\text{عدد مولات } KClO_3 = \text{عدد مولات } Cl_2 \times \frac{\text{عدد مولات المادة المجهولة } KClO_3 \text{ في المعادلة}}{\text{عدد مولات المادة المعلومة } Cl_2 \text{ في المعادلة}}$$

$$n_{(mol)} = 1.1\,(mol)\,Cl_2 \times \frac{1\,(mol)\,KClO_3}{3\,(mol)\,Cl_2} = \boxed{0.366\,mol}\ KClO_3$$

س9 / افترض التفاعل الاتي بين الرصاص الصلب ومحلول نترات الفضة :

$$Pb_{(S)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(S)}$$

(أ) احسب عدد مولات نترات الفضة اللازمة للتفاعل بشكل تام مع 9.3mol من الرصاص.

(ب) احسب عدد مولات Ag الناتجة من تفاعل 28.4mol من الرصاص بشكل تام .

ج / (أ) $n_{(mol)} = 9.3\ (mol)\ Pb \times \frac{2\ (mol)\ AgNO_3}{1\ (mol)\ Pb} = \boxed{18.6\ mol}\ AgNO_3$

(ب) $n_{(mol)} = 28.4\ (mol)\ Pb \times \frac{2\ (mol)\ Ag}{1\ (mol)\ Pb} = \boxed{56.8\ mol}\ Ag$

س10/ في التفاعل التالي احسب عدد الغرامات الناتجة من كل ناتج عند تفاعل الكميات ادناه بشكل تام :

$$2Al_{(S)} + Fe_2O_{3(S)} \longrightarrow Al_2O_{3(S)} + 2Fe_{(S)}$$

(أ) $\boxed{4.70\ g}$ Al (ب) $\boxed{4.79\ g}$ Fe_2O_3

ج / (أ) $\boxed{4.70\ g}$ Al

نحسب عدد مولات Al : $M(Al) = (1\times27) = \boxed{27\ g/mol}$

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{4.70\ (g)}{27\ (g/mol)} = \boxed{0.17\ mol}\ Al$$

نحسب عدد مولات $(Fe\ ,\ Al_2O_3)$ الناتجة من $\boxed{0.17\ mol\ Al}$

$$n_{(Al_2O_3)} = 0.17\ (mol)\ Al \times \frac{1\ (mol)\ Al_2O_3}{2\ (mol)\ Al} = \boxed{0.085\ mol}\ Al_2O_3$$

$$n_{(Fe)} = 0.17\ (mol)\ Al \times \frac{2\ (mol)\ Fe}{2\ (mol)\ Al} = \boxed{0.17\ mol}\ Fe$$

نحسب عدد غرامات كل من $(Fe\ ,\ Al_2O_3)$ الناتجة من $\boxed{4.7\ g\ Al}$

$$m(Al_2O_3) = n(mol) \times M(g/mol)$$

$$m(Al_2O_3) = 0.085\ (mol) \times (2\times27 + 3\times16)\ (g/mol) = \boxed{8.67\ g}\ Al_2O_3$$

$$m(Fe) = 0.17\ (mol) \times (1\times56)\ (g/mol) = \boxed{9.52\ g}\ Fe$$

ج / (ب) $\boxed{4.79\ g}$ Fe_2O_3

نحسب عدد مولات Fe_2O_3 : $M(Fe_2O_3) = (2\times56 + 3\times16) = \boxed{160\ g/mol}$

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{4.79\ (g)}{160\ (g/mol)} = \boxed{0.03\ mol}\ Fe_2O_3$$

نحسب عدد مولات كل من $(Fe\ ,\ Al_2O_3)$ الناتجة من $\boxed{0.03\ mol\ Fe_2O_3}$

$$n(Al_2O_3) = 0.03\ (mol)\ Fe_2O_3 \times \frac{1\ (mol)\ Al_2O_3}{1\ (mol)\ Fe_2O_3} = \boxed{0.03\ mol}\ Al_2O_3$$

$$n_{(Fe)} = 0.03\ (mol)\ Fe_2O_3 \times \frac{2\ (mol)\ Fe}{1\ (mol)\ Fe_2O_3} = \boxed{0.06\ mol}\ Fe$$

نحسب عدد غرامات كل من $(Fe\ ,\ Al_2O_3)$ الناتجة من $\boxed{4.79\ g}\ Fe_2O_3$

$$m_{(Al_2O_3)} = n(mol) \times M(g/mol)$$

$$m_{(Al_2O_3)} = 0.03\ (mol) \times (2\times27 + 3\times16)\ (g/mol) = \boxed{3.06\ g}\ Al_2O_3$$

$$m_{(Fe)} = 0.06\ (mol) \times (1\times56)\ (g/mol) = \boxed{3.36\ g}\ Fe$$

س11/ افترض التفاعل الاتي : $2A + 3B \longrightarrow C$ ماهي المادة المتفاعلة المحددة للناتج عند مزج الكميات التالية من A و B ؟

(أ) A $\boxed{2\ mol}$ و B $\boxed{3\ mol}$ (ب) A $\boxed{24\ mol}$ و B $\boxed{75\ mol}$

ج / (أ) A $\boxed{2\ mol}$ و B $\boxed{3\ mol}$

نحسب عدد مولات C الناتجة من 2.00 من A

$$n_{(C)} = 2\ (mol)\ A \times \frac{1\ (mol)\ C}{2\ (mol)\ A} = \boxed{1\ mol}\ C$$

نحسب عدد مولات C الناتجة من 3.00 من B

$$n_{(C)} = 3\ (mol)\ B \times \frac{1\ (mol)\ C}{3\ (mol)\ B} = \boxed{1\ mol}\ C$$

بما ان المادتين المتفاعلتين (A و B) أعطت نفس النتائج (1.00) من C وهذا يعني ان كلا المادتين المتفاعلتين هما محددتان للناتج

ج / (ب) A $\boxed{24\ mol}$ و B $\boxed{75\ mol}$

نحسب عدد مولات C الناتجة من 24.00 من A

$$\text{عدد مولات C} = \text{عدد مولات A} \times \frac{\text{عدد مولات C في المعادلة}}{\text{عدد مولات A في المعادلة}}$$

$$n_{(C)} = 24\ (mol)\ A \times \frac{1\ (mol)\ C}{2\ (mol)\ A} = \boxed{12\ mol}\ C$$

نحسب عدد مولات C الناتجة من 75.00 من B

$$n_{(C)} = 75\ (mol)\ B \times \frac{1\ (mol)\ C}{3\ (mol)\ B} = \boxed{25\ mol}\ C$$

بما ان المادة المتفاعلة (A) أعطت ناتج من C أقل من تلك التي أعطتها (B) وعليه فان المادة المتفاعلة المحددة للناتج هي A

س12/ افترض التفاعل الاتي : $2NiS_{2(s)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 2NiO_{(s)} + 4SO_{2(g)}$ عند استعمال 11.2g من NiS_2 لتتفاعل مع 5.43g من O_2 ثم الحصول على 4.86g من NiO جد :

(أ) المادة المتفاعلة المحددة للناتج

(ب) الناتج النظري لـ NiO

(جـ) النسبة المئوية لناتج التفاعل

ج / **(أ)** المادة المتفاعلة المحددة للناتج

نحسب عدد مولات كل من (NiS_2 و O_2)

$$n_{(NiS_2)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{11.2\ (g)}{(1\times59 + 2\times32)\ (g/mol)} = \boxed{0.09\ mol}\ NiS_2$$

$$n_{(O_2)} = \frac{5.43\ g}{(2\times16)\ g/mol} = \boxed{0.17\ mol}\ O_2$$

نحسب عدد مولات NiO الناتجة من 0.09 من NiS_2

$$n_{(NiO)} = 0.09\ (mol)\ NiS_2 \times \frac{2\ (mol)\ NiO}{2\ (mol)\ NiS_2} = \boxed{0.09\ mol}\ NiO$$

نحسب عدد مولات NiO الناتجة من 0.17 من O_2

$$n_{(NiO)} = 0.17\ (mol)\ O_2 \times \frac{2\ (mol)\ NiO}{5\ (mol)\ O_2} = \boxed{0.07\ mol}\ NiO$$

ان المادة المتفاعلة المحددة للناتج NiO هي $\boxed{O_2}$ لانها أعطت ناتج اقل مما اعطته NiS_2

ج / **(ب)** الناتج النظري لـ NiO

نحسب عدد مولات NiO من المادة المتفاعلة المحددة للتفاعل (0.17) كما مر اعلاه

$$n_{(NiO)} = 0.17\ (mol)\ O_2 \times \frac{2\ (mol)\ NiO}{5\ (mol)\ O_2} = \boxed{0.07\ mol}\ NiO$$

نحسب كتلة NiO الناتجة (الناتج النظري)

$$m(g) = 0.07\ (mol) \times (1\times59 + 1\times16)\ (g/mol) = \boxed{5.25\ g}\ NiO$$

ج / **(جـ)** النسبة المئوية لناتج التفاعل

$$\text{النسبة المئوية للناتج} = \frac{\text{كتلة الناتج الحقيقي}}{\text{كتلة الناتج النظري}} \times 100\%$$

$$\%NiO = \frac{4.86\ (g)}{5.25\ (g)} \times 100\% = \boxed{92.57\ \%}$$

س13/ افترض التفاعل الاتي: $CaO(s) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(s)$ خلط كيميائي 14.4g من Cao مع 13.8g من CO_2 وبعد انتهاء التفاعل جمع هذا الكيميائي 19.4g من $CaCO_3$ أوجد المادة المتفاعلة المحددة للناتج والناتج النظري والنسبة المئوية للناتج لهذا التفاعل ؟

ج / لايجاد المادة المتفاعلة المحددة للناتج : نحسب عدد مولات كل من (CaO و CO_2)

$$n(CaO) = \frac{14.4\ (g)}{(1\times 40 + 1\times 16)\ (g/mol)} = \boxed{0.26\ mol}\ CaO$$

$$n(CO_2) = \frac{13.8\ (g)}{(1\times 12 + 2\times 16)\ (g/mol)} = \boxed{0.31\ mol}\ CO_2$$

(1) نحسب عدد مولات $CaCO_3$ الناتجة من 0.26mol من CaO

عدد مولات $CaCO_3$ = عدد مولات CaO × نسبة مولات $CaCO_3$ الى Cao في المعادلة

$$n(CaCO_3) = 0.26\ (mol)\ CaO \times \frac{1\ (mol)\ CaCO_3}{1\ (mol)\ CaO} = \boxed{0.26\ mol}\ CaCO_3$$

(2) نحسب عدد مولات $CaCO_3$ الناتجة من 0.31 mol من CO_2

$$n(CaCO_3) = 0.31\ (mol)\ CO_2 \times \frac{1\ (mol)\ CaCO_3}{1\ (mol)\ CO_2} = \boxed{0.31\ mol}\ CaCO_3$$

اذن المادة المتفاعلة المحددة للناتج هي (CaO) لانها اعطت عدد مولات من الناتج ($CaCO_3$) أقل من تلك التي اعطتها CO_2

لايجاد الناتج النظري :

نحسب عدد مولات $CaCO_3$ الناتجة من 0.26mol من CaO لانها المادة المتفاعلة المحددة للناتج كما مر اعلاه .

$$n(CaCO_3) = 0.26\ (mol)\ CaO \times \frac{1\ (mol)\ CaCO_3}{1\ (mol)\ CaO} = \boxed{0.26\ mol}\ CaCO_3$$

نحسب كتلة $CaCO_3$ الناتجة

$$M(CaCO_3) = (1\times 40)+(1\times 12 + 3\times 16) = \boxed{100\ g/mol}$$

$$m(g) = 0.26\ (mol) \times 100\ (g/mol) = \boxed{26\ g}\ CaCO_3$$

لايجاد النسبة المئوية للناتج ($CaCO_3$) :

النسبة المئوية للناتج = $\frac{\text{الناتج الحقيقي}}{\text{الناتج النظري}}$ × 100%

$$\%CaCO_3 = \frac{19.4\ (g)}{26\ (g)} \times 100\% = \boxed{74.62\ \%}$$

الفصل الرابع

الكيمياء العضوية Organic Chemistry

الكيمياء العضوية :

تختص بدراسة مركبات الكاربون العضوية وطرائق تحضيرها وخواصها والتي تمس حياتنا اليومية مباشرة حيث تدخل هذه المركبات في الغذاء والدواء والكساء والوقود .

س/ ماهي مميزات المركبات العضوية والتي تمتاز بها عن المركبات اللاعضوية ؟

ج / (1) الكاربون عنصر اساس في تركيبها ويليه الهيدروجين وعناصر اخرى مثل الاوكسجين والنتروجين والكبريت والفسفور .

(2) ان الاواصر الكيميائية في المركبات العضوية تكون في الغالب تساهمية.

(3) معظم المركبات العضوية قابلة للاحتراق والتجزأ بالتسخين لذا تعتبر اهم مصدر للطاقة .

(4) تفاعلات المركبات العضوية بصورة عامة بطيئة وانعكاسية.

(5) معظم المركبات العضوية تذوب في المذيبات العضوية كالكحول والايثر والبنزين والاسيتون والكلور وفوروم.

(6) تتميز المركبات العضوية بوجود ظاهرة الجناس وهي ظاهرة ذات اهمية كيميائية وفيزيائية.

علل/ تميل ذرة الكاربون الى تكوين اربع اواصر تساهمية عند اتحادها بالعناصر لاشباع غلافها الخارجي ؟

ج/ لان غلافها الخارجي (الثاني) يحتوي على اربعة الكترونات اي نصف مشبع وبالتالي لا تستطيع فقدان او اكتساب الالكترونات لاشباع غلافها الخارجي حيث انها لاتميل الى تكوين شحنات رباعية موجبة (C^{+4}) او سالبة (C^{-4}) لان ذلك يتطلب طاقة كبيرة لذلك تساهم (تشارك) بالكتروناتها الاربعة لاشباع غلافها الخارجي وتكوين اربع اواصر تساهمية .

س/ ماهي صفة الكاربون الفريدة ومانتيجة اتصاف ذرة الكاربون بهذه الصفة ؟

ج / الصفة الفريدة لذرة الكاربون هي اشباع غلافها الخارجي عن طريق تكوين اربعة اواصر تساهمية تربط ذراته مع بعضها ومع ذرات عناصر اخرى بشكل سلاسل طويلة (بسيطة ومعقدة) وسلاسل متفرعة وحلقية مشبعة وكذلك غير مشبعة (أي تحتوي على اواصر مزدوجة أو ثلاثية). وهذه القابلية الفريدة ادت الى ظهور اعداد هائلة متنوعة ومختلفة من المركبات العضوية المكونة للمادة الحية والتي تدخل في الغذاء والدواء والوقود وغيرها من الصناعات .

س/ ماهي اشكال المركبات العضوية ؟

ج / (أ) سلاسل كاربونية مستمرة غير متفرعة

- C - C - C - C -

(ب) سلاسل كاربونية متفرعة :

- C - C(-C-) - C - C -

(جـ) سلاسل كاربونية مغلقة حلقية

(د) سلاسل كاربونية تحتوي على اواصر مزدوجة اوثلاثية

−C−C=C−C−   −C−C≡C−C−

اصرة مزدوجة (الكينات)   اصرة ثلاثية (الكاينات)

المركبات الوسطية النشطة (Intermediate) :

وهي مركبات وسطية تنشأ نتيجة انشطار الاصرة بين ذرتين او مجموعتين وتكون ذات ثبات منخفض (فعالية عالية) لاتلبث ان تتفاعل مستكملة ماتحتاج اليه من ارتباطات جديدة .

وهناك نوعين من الانشطارات :

① **الانشطار المتجانس :** هو انشطار او انكسار الاصرة التساهمية بين ذرتين او مجموعتين بحيث يحتفظ كل جزء بالكترون واحد من الكترونات الاصرة التساهمية وتكوين دقائق غير مشحونة ويسمى كل منها بالجذر الحر (Free Radical)

مثال / $A\cdot/\cdot B \xrightarrow{\text{انشطار متجانس}} A^{\bullet} + B^{\bullet}$

جذر حر جذر حر

$$H_3C\bullet / \bullet CH_3 \longrightarrow H_3C\bullet + \bullet CH_3$$

ملاحظة / كل نقطة تدل على الكترون .

---

② **الانشطار غير المتجانس :** هو انكسار الاصرة التساهمية بين ذرتين او مجموعتين بحيث تحتفظ احداهما بزوج الالكترونات وتحمل الشحنة السالبة (ايون الكاربانيون) . بينما تبقى الاخرى حاملة للشحنة الموجبة (ايون الكاربونيوم)

مثال / $A - B \longrightarrow A^{+} + B^{-}$

$$H_3C - CH_3 \longrightarrow H_3C^{\oplus} + {}^{\ominus}CH_3$$

ايون الكاربونيوم ايون الكاربانيون

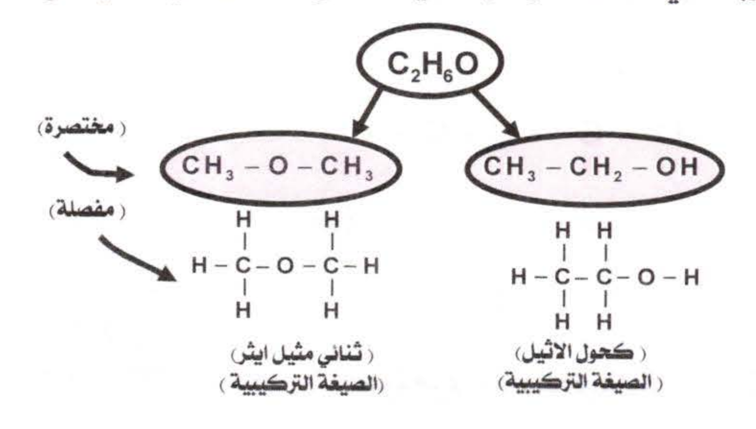
الصيغة التركيبية (البنائية) : وهي الصيغة التي تبين عدد ذرات كل عنصر في الجزيء الواحد وترتيبها في الفراغ اي كيفية ارتباط الذرات ونوعها وتكافؤها .

ملاحظة / ان عدد الاواصر المحيطة بكل ذرة في الصيغة التركيبية تساوي تكافؤ تلك الذرة .

الصيغة الجزيئية / وهي الصيغة التي تعبر عن العدد الحقيقي لذرات كل عنصر في جزيء المادة مثل (C_2H_6 , C_2H_4)

س/ تفشل الصيغة الجزيئية غالبا في تحديد نوعية المركب . وضح ذلك ؟

ج / بسبب وجود اكثر من مركب واحد يشترك في صيغة جزيئية واحدة فمثلاً الصيغة الجزيئية C_2H_6O تمثل كلاً من كحول الاثيل وثنائي مثيل ايثر نتيجة الاختلاف في كيفية ترابط الذرات المكونة لجزيء المادة مع بعضها في الفضاء وبالتالي اختلاف خواصهما حيث تدعى هذه الظاهرة (الجناس) .

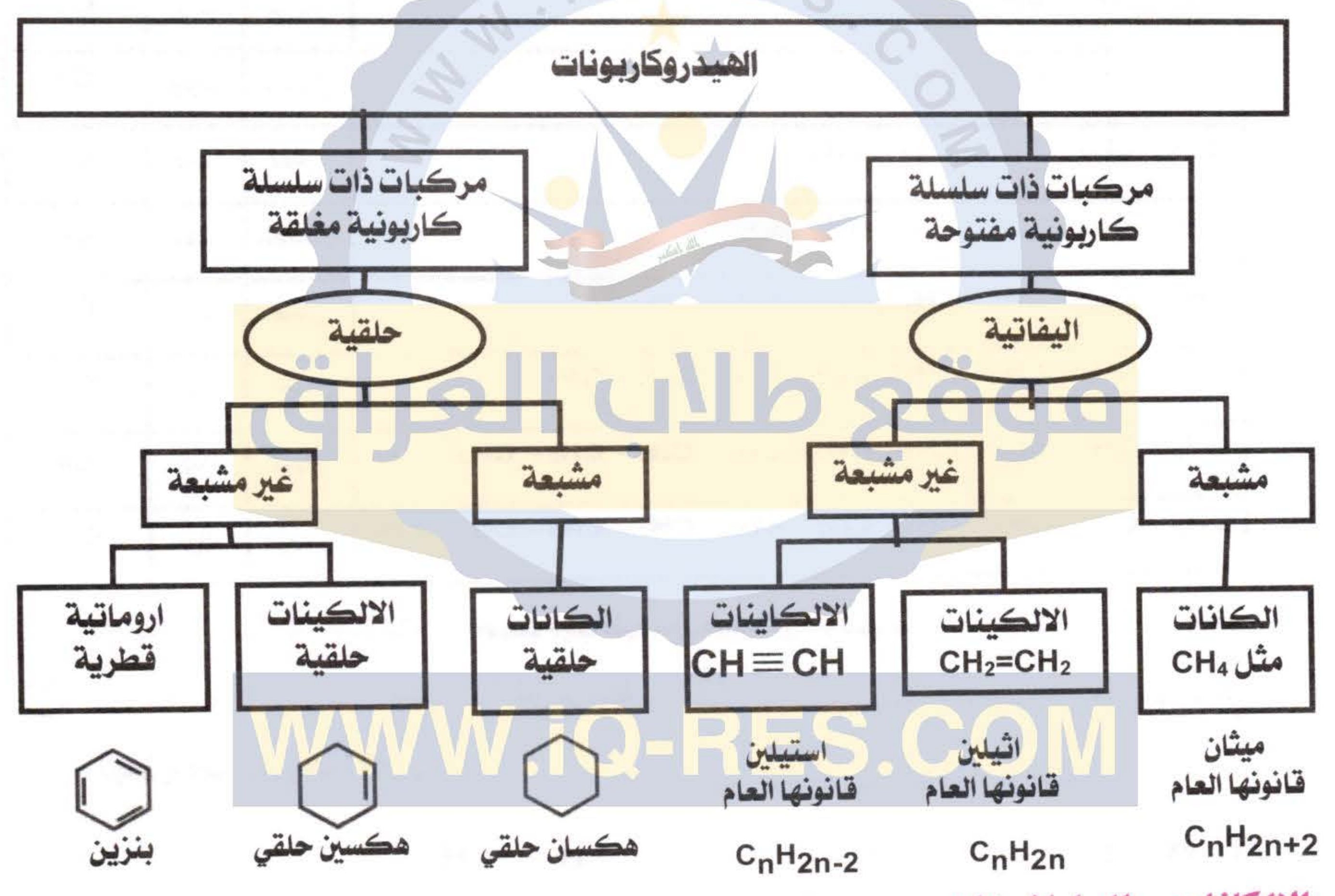


س/ ماذا نقصد بالهيدروكاربونات ؟ وكيف تصنف ؟

ج/ وهي مركبات عضوية تتكون من عنصري الكاربون والهيدروجين فقط . وتصنف حسب كون السلسلة الكاربونية مغلقة أو مفتوحة او حسب كون المركب مشبع او غير مشبع.

س/ ماهي اصناف الهيدروكابورنات ؟

ج/
① الالكانات (**البارافينات**)
② الالكينات (**الاوليفينات**)
③ الالكاينات (**الاستيلينات**)
④ المركبات ذات السلسة الكاربونية المغلقة او الحلقية



الالكانات (البارافينات) AlKanes:

هي هيدروكاربونات مشبعة اساس تركيبها ذرات الكاربون والهيدروجين التي ترتبط مع بعضها باواصر تساهمية مفردة وقوية مثل الميثان CH_4 (ابسط مركباتها) والايثان C_2H_6 والبروبان C_3H_8 .
وتعتبر المتسلسلة المتشاكلة الاولى .

قانونها العام : C_nH_{2n+2} (n: عدد صحيح يمثل عدد ذرات الكاربون)
(2n+2: يمثل عدد ذرات الهيدروجين)

صيغتها العامة : R-H (R: يمثل مجموعة ألكيل)

المتسلسلة المتشاكلة :

وهي مجموعة المركبات العضوية المستمرة المتشابهة في التركيب الاساس والقانون العام وطرائق التحضير والخواص الكيميائية والمتدرجة في اوزانها الجزيئية وخواصها الفيزيائية والتي يختلف كل فرد فيها عن سابقة او لاحقه بوحدة بنائية هي - CH_2 - كما في سلسلة الالكانات والالكينات والالكاينات .

فائدتها / تسهيل دراسة المركبات على شكل مجاميع وليس على شكل انفرادي بسبب وجود صفات عامة مشتركة بينها .

عدد ذرات الكاربون n	المقطع اللاتيني	اسم الالكان	الصيغ التركيبية
C_1	ميث	ميثان	CH_4
C_2	أيث	أيثان	$CH_3 - CH_3$
C_3	بروب	بروبان	$CH_3 - CH_2 - CH_3$
C_4	بيوت	بيوتان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
C_5	بنت	بنتان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
C_6	هكس	هكسان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
C_7	هبت	هبتان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
C_8	اوكت	اوكتان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
C_9	نون	نونان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
C_{10}	ديك	ديكان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

انواع (اصناف) ذرات الكاربون/ حسب ارتباطها مع بعضها في المركبات .

① **ذرة الكاربون الاولية /** وهي الذرة التي ترتبط بها ذرة كاربون واحدة اخرى مثل .

ذرة كاربون اولية

الايثان (C_2H_6)

② **ذرة الكاربون الثانوية /** وهي الذرة التي ترتبط بها ذرتا كاربون فقط .

ذرة كاربون ثانوية

البروبان (C_3H_8)

③ **ذرة الكاربون الثالثية :** وهي الذرة التي ترتبط بها ثلاث ذرات كاربون اخرى .

ذرة كاربون ثالثية

ايزو بيوتان

④ **ذرة الكاربون الرابعية :** وهي الذرة التي ترتبط بها اربع ذرات كاربون اخرى .

ذرة كاربون رابعية

نيو بنتان

انواع ذرة الهيدروجين حسب نوع ذرة الكاربون المرتبطة معها :

① الهيدروجين المرتبط بذرة كاربون اولية يسمى هيدروجين اولي .

② الهيدروجين المرتبط بذرة كاربون ثانوية يسمى هيدروجين ثانوي .

③ الهيدروجين المرتبط بذرة كاربون ثالثية يسمى هيدروجين ثالثي .

علل / لا توجد ذرة هيدروجين رابعية ولا توجد ذرة كاربون خامسية ؟

ج / لان ذرة الكاربون ذو تكافؤ رباعي يرتبط باربع اواصر تساهمية وذرة الكاربون الرابعية ترتبط باربع ذرات كاربون ولاترتبط بهيدروجين . وبذلك لا يمكن لذرة الهيدروجين ان ترتبط بذرة كاربون رابعية لذلك لا توجد ذرة هيدروجين رابعية (حيث يرتبط نوع الهيدروجين بنوع ذرة الكاربون) ولا توجد ذرة كاربون خامسية.

تمرين (1-4)

حدد أصناف ذرات الكاربون والهيدروجين في المركب الاتي:

$CH_3-CH_2-C(CH_3)_2-CH_2-CH_3$

الجواب /

التسمية القديمة (الشائعة) للألكانات :

① الالكان الذي سلسلة الكاربون فيه مستمرة غير متفرعة .

التسمية : تبدأ بالحرف n (نظامي Normal) ثم يذكر اسم الالكان المقابل مثل

$$CH_3-CH_2-CH_3$$

n-Propane (ن - بروبان)

② الالكان الذي يحتوي على المجموعة المتفرعة .

التسمية : تبدأ بكلمة ايزو (iso تفرع في ذرة الكاربون الثانية) ثم يذكر اسم الالكان المقابل مثل

$$CH_3-CH(CH_3)-CH_3$$

Iso butane (ايزو بيوتان)

③ الالكان الذي يحتوي على ذرة كاربون رابعية .

التسمية : تبدأ بكلمة نيو (مركزي neo) ثم يذكر اسم الالكان المقابل مثل

$$CH_3-C(CH_3)_2-CH_3$$

(نيوبنتان) Neo Pentane

مجاميع الالكيل :

الالكيل (AlKyl) : وهي المجموعة المتبقية من الالكان بعد حذف ذرة الهيدروجين منه .

قانون العام : C_nH_{2n+1}

الصيغة العامة : $R-$ (حيث يمثل R مجموعة (جذر الكيل) .

التسمية : يشتق اسم المجموعة الالكيلية من اسم الالكان بتغير المقطع (ان) من اسم الالكان وابداله بالمقطع (يل) فيصبح الكيل مثل البروبان يصبح بروبيل .

امثلة للالكانات ومجاميع الالكيل المشتقة منها وتسمياتها .

(C_nH_{2n+1})	الكيل	(C_nH_{2n+2})	الكان
Methyl	مثيل CH_3-	Methan	ميثان CH_4
Ethyl	اثيل C_2H_5- CH_3-CH_2	Ethane	ايثان C_2H_6 CH_3-CH_3
Propyl n- Propyl Iso- Propyl	بروبيل C_3H_7- $CH_3-CH_2-CH_2-$ $CH_3-\underset{\vert}{CH}-CH_3$ ايزوبروبيل	Propane n- Propane	بروبان C_3H_8 $CH_3-CH_2-CH_3$

مثال / ما الصيغة الجزيئية للالكان الذي يتكون من 4 ذرات كاربون ؟

ج/ القانون العام للالكانات C_nH_{2n+2}

عدد ذرات الكاربون $(n) = \boxed{4}$

عدد ذرات الهيدروجين $H_{2n+2} = (2\times4)+2 = \boxed{10}$

∴ الصيغة الجزيئية هي $\boxed{C_4H_{10}}$ (بيوتان)

تمرين (2-4)

ما الصيغة الجزيئية للالكان الذي يتكون من 10 ذرات كاربون ؟

ج/ القانون العام للالكانات C_nH_{2n+2}

عدد ذرات الكاربون $(n) = \boxed{10}$

عدد ذرات الهيدروجين $H_{2n+2} = (2\times10)+2 = \boxed{22}$

الصيغة الجزيئية هي $\boxed{C_{10}H_{22}}$ (ديكان)

نظام التسمية العام (ايوباك) IUPAC للالكانات (التسمية الحديثة)

قواعد التسمية :

① نختار اطول سلسلة كاربونية مستمرة من ذرات الكاربون . −C−C−C−C−C−

② نبدأ بترقيم ذرات الكاربون من الطرف القريب لاقرب تفرع فيها او الاكثر تفرع ويعطي لها اسم الالكان المقابل .

−C−C−C−C− (1 2 3 4) ، C① − C② − C③ − C④ − C⑤ (مع تفرعات −C− على ذرتي 2 و 4)

③ نستخدم الفواصل (،) بين الارقام والخط (-) بين الرقم والاسم في التسمية .

④ للتسمية نذكر رقم ذرة الكاربون التي تم التفرع منها ثم (−) يتبعها اسم الفرع (مجاميع الكيل او مجاميع معوضة) ثم اسم الالكان المقابل (اطول سلسلة) . وفي حالة وجود اكثر من مجموعة الكيلية او معوضة متشابهة تذكر ارقام ذرات الكاربون الحاملة للفروع تفصل بينها الفواصل (،) ثم (−) يتبعها المقطع الذي يدل على عدد المجاميع المتفرعة (المتشابهة) احادي (Mono) ، ثنائي (di) ، ثلاثي (tri) ، رباعي (tetra) ، خماسي (Penta) .

$CH_3 - CH - CH_3$ (③ ② ①) مع فرع CH_3 على ذرة ②

2- مثيل بروبان

$CH_3 - CH - CH_3$ (③ ② ①) مع فرعي CH_3 على ذرة ②

2 ، 2 ـ ثنائي مثيل بروبان

(رقم الفرع ← 2 ، رقم المقطع ← ثنائي ، مجموعة الالكيل ← مثيل ، اطول سلسلة ← بروبان)

⑤ عند وجود اكثر من مجموعة (الكيلية او معوضة) مختلفة ترتب حسب الحروف الهجائية اللاتينية عند التسمية

امثلة /

① بيوتان (Butane)

−C−C−C−C− (1 2 3 4)

②	③
$H-C(H)(H)-C(H)(CH_3)-C(H)(H)-C(H)(H)-H$	$CH_3 - C(CH_3)_2 - CH_2 - CH_3$ (① ② ③ ④)
2- Methyl butane	2,2- Dimethyl butane
(2 ـ مثيل بيوتان)	(2 ، 2 ـ ثنائي مثيل بيوتان)

⑤

$\overset{7}{C}H_3 - \overset{6}{C}H_2 - \overset{5}{C}H_2 - \overset{4}{C}H_2 - \overset{3}{C}H - CH_3$

(on C3: $\overset{2}{C}H_2 - \overset{1}{C}H_3$)

3 - Methyl heptane

(3ـ مثيل هبتان)

④

CH_3 (above ②C), CH_3 (above ③CH)

$\overset{①}{C}H_3 - \overset{②}{C} - \overset{③}{C}H - \overset{④}{C}H_2 - \overset{⑤}{C}H_3$

CH_3 (below ②C)

2,2,3 - Tri methyl pentane

(2 ، 2 ، 3ـ ثلاثي مثيل بنتان)

⑥

$\overset{①}{C}H_3$ (above ②CH)

$\overset{⑤}{C}H_3 - \overset{④}{C}H_2 - \overset{③}{C}H - \overset{②}{C}H - Cl$

CH_3 (below ③CH)

2 – كلورو ـ 3 ـ مثيل بنتان

CH_3 (above ②C), C_2H_5 (above ③C)

$\overset{①}{C}H_3 - \overset{②}{C} - \overset{③}{C} - \overset{④}{C}H_2 - \overset{⑤}{C}H_3$

CH_3 (below ②C), C_2H_5 (below ③C)

3 ، 3 ـ ثنائي أثيل ـ 2 ، 2 ـ ثنائي مثيل بنتان

ملاحظة مهمة / عند كتابة التسمية تكتب المجاميع المعوضة (التفرعات) كما في التسلسل الاتي:

برومو $Br-$ ، كلورو $Cl-$ ، أثيل $-CH_3CH_2$ أو $(-C_2H_5)$، مثيل $-CH_3$

تمرين (3-4)

أعط اسماء كل من الصيغ التركيبية الاتية:

① $CH_3 - C(CH_3)_2 - CH(Cl) - CH(CH_3) - CH_3$

ج/ 3–كلورو–2،2،4ـ ثلاثي مثيل بنتان

② $CH_3 - CH_2 - CH(CH_3) - CH(CH_2CH_3) - CH_2 - CH_2 - CH_3$

ج/ 4ـ اثيل ـ 3ـ مثيل هبتان

③

H

H H–C–H H H

H – C – C – C – C – H

H H H (C4 bonded below to) H–C–C–H with H H below and H above

ج/ 2– مثيل هكسان

تمرين (4-4)

اكتب الصيغ التركيبية لكل من الاسماء الاتية :

① 2ـ كلورو ـ2ـ مثيل بيوتان

ج/

$CH_3 - C(CH_3)(Cl) - CH_2 - CH_3$

② 2،3ـ ثنائي مثيل بنتان

ج/

$CH_3 - CH(CH_3) - CH(CH_3) - CH_2CH_3$

الجناس Isomerism: هو ظاهرة التماثل او التشابه بين مركبان (او اكثر) في الصيغة الجزيئية لكنها تختلف في الخواص الفيزيائية والكيميائية بسبب اختلافهما في الصيغة التركيبية (الهيكل البنائي) . أي بمعنى هو ظاهرة احتمال وجود اكثر من صيغة تركيبية لصيغة جزيئية واحدة.

مثال / يبتدأ الجناس من جزيء البيوتان C_4H_{10} ، حيث يوجد هناك احتمالين (متجانسين) :

الاحتمال الاول : ارتباط ذرات الكاربون بسلسلة مستمرة غير متفرعة.

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$

ن – بيوتان (n- Butane)

الاحتمال الثاني : ارتباط ذرات الكاربون بمجموعة متفرعة.

$$CH_3-\underset{}{\overset{\overset{\large CH_3}{|}}{C}H}-CH_3$$

التسمية العامة : 2- مثيل بروبان (2- Methyl Propane) . 2 – مثيل بروبان (2-Methyl propane)

التسمية القديمة : ايزو بيوتان (Iso butane) .

مثال / اكتب متجانسات الالكان C_5H_{12} وسمها حسب التسمية النظامية .

ج / المركب C_5H_{12} له ثلاث متجانسات

① $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$

ن – بنتان (n – Pentane)

② $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}H-CH_2-CH_3$

2– مثيل بيوتان (2 –Methyl butane)

③ $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-CH_3$

2،2 – ثنائي مثيل بروبان (2,2 –Dimethyl propane)

تمرين (4 - 5)

اكتب الصيغ التركيبية المتوقعة (المتجانسات) للالكان الذي صيغته الجزيئية C_6H_{14} مع ذكر الاسماء العامة او النظامية ؟

1	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	ج /	ن – هكسان (n – hexane)
2	$CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}H-CH_3$	ج /	2 – مثيل بنتان (2 – methyl pentane)
3	$CH_3-CH_2-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}H-CH_2-CH_3$	ج /	3 – مثيل بنتان (3 – methyl pentane)
4	$CH_3-CH_2-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{C}}-CH_3$	ج /	2 ، 2– ثنائي مثيل بيوتان (2,2 – Dimethyl butane)
5	$CH_3-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}H-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}H-CH_3$	ج /	2 ، 3– ثنائي مثيل بيوتان (2,3 – Dimethyl butane)

الخواص الفيزيائية للالكانات

① **قابلية الذوبان /** ان جزيئات الالكانات غير قطبية لا تذوب بالمذيبات القطبية كالماء لكنها تذوب في المذيبات العضوية (غير القطبية) كالبنزين ورباعي كلوريد الكاربون والزيوت والدهون .

② **درجة الغليان /** تزداد درجة غليان الالكانات بازدياد كتلتها المولية ويعزي ذلك الى وجود قوى تجاذب فاندرفالز الضعيفة وتزداد هذه القوى مع صغر المسافة البينية بين الجزيئات ومع ازدياد الكتلة المولية للالكانات ذات السلسلة المستمرة تزداد المساحة السطحية للجزيئات التي تؤدي الى زيادة قوة التجاذب

علل/ تكون درجة غليان الالكان ذو السلسلة الكاربونية المستمرة (مثل البنتان المستمر) اعلى من نفس المركب ذو السلسلة الكاربونية المتفرعة مثل (2- مثيل بيوتان) ؟

ج/ لان المسافات البينية بين جزيئات الالكان متفرع السلسلة اكبر فالتجاذب بين جزيئاتها اقل وقوى تجاذب فاندرفالز اضعف . لذلك تكون درجة غليان الالكان المستمر اعلى من نفس المركب المتفرع

C – C – C – C – C ↕ C – C – C – C – C

C – C – C – C (CH₃) ↕ (CH₃) C – C – C – C

تمرين (6-4)

اي من المركبات التالية لها اعلى درجة غليان

① C_5H_{12} ② CH_4 ③ C_8H_{18} ④ C_2H_6

ج / (اعلى درجة غليان) $C_8H_{18} > C_5H_{12} > C_2H_6 > CH_4$ (أقل درجة غليان)

(اكبرهم كتلة مولية) (اصغرهم كتلة مولية)

لان درجة الغليان تزداد بزيادة الكتلة المولية

الخواص الكيميائية للالكانات (تفاعلاتها)

(أ) التفاعلية الكيميائية :

① الالكانات اقل تفاعلية من غيرها من المركبات العضوية لكونها مركبات مشبعة جميع اواصرها تساهمية مفردة وقوية وتحتاج الى طاقة كبيرة لكسرها .

② لاتتفاعل في الظروف الاعتيادية مع الحوامض المركزة كحامض الكبريتيك والنتريك ولامع القواعد القوية كهيدروكسيد الصوديوم ولامع العوامل المؤكسدة كبرمنكنات البوتاسيوم

(ب) الاحتراق Combustion :

تحترق في الهواء حرقاً تاماً وتعطي لهباً ازرقاً غير داخن (لان نسبة الكاربون فيها قليلة) وتتحول الى ثنائي اوكسيد الكاربون CO_2 وبخار الماء H_2O وتحرر طاقة عالية لذلك تستعمل كوقود لوسائل النقل والمحركات في الصناعة.

المعادلة العامة لاحتراق الالكانات :

$$C_nH_{2n+2} + (\frac{3n+1}{2})O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O + \text{طاقة حرارية}$$

مثال/ ① $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O +$ طاقة حرارية

② $C_5H_{12} + 8O_2 \longrightarrow 5CO_2 + 6H_2O +$ طاقة حرارية

(جـ) التفكك او التكسير الحراري thermal Cracking :

هو عملية تحول الالكانات بتاثير الحرارة وبمعزل عن الهواء الى مركبات مشبعة وغير مشبعة ذات كتل مولية اصغر بعد فصم (كسر) السلسلة الكاربونية او بفقدان جزيئات الهيدروجين (H_2)

مثال / يتفكك البروبان ليعطي احتمالين مختلفين :

$$\underset{\text{بروبان}}{CH_3-CH_2-CH_3} \xrightarrow[\text{وبمعزل عن الهواء}]{\Delta} \underset{\text{ميثان}}{CH_4} + \underset{\text{اثيلين}}{CH_2=CH_2}$$

$$\longrightarrow \underset{\text{بروبين}}{CH_3-CH=CH_2} + \underset{\text{هيدروجين}}{H_2}$$

فوائد تفاعلات التكسير الحراري

تعتبر من الخطوات المهمة في عملية تصفية النفط وفصله الى مكوناته النافعة كوقود الطائرات والسيارات والمحركات الاخرى .

- ان التفاعل اعلاه هو مجموعة من الخطوات الفرضية والفعلية التي تتكون بها مركبات وسطية تؤدي في النهاية الى المركب النهائي ولمعرفة الخطوات الحقيقية لعملية التكسير الحراري نستعين بميكانيكية التفاعل وهي :

الاحتمال الاول / حصول انشطار متجانس وتكوين مايسمى بالجذور الحرة ، ثم يعاني الجذر الاكبر عادة انشطار متجانس من ذرة C المجاورة للتي عانت الانشطار الاول ، وانتقال ذرة H الى الجذر الاخر وتكوين اصرة مزدوجة في الجذر الاكبر وعلى الصورة الاتية :

$$\underset{\text{بروبان}}{H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H} \longrightarrow \underset{\text{ميثان}}{CH_4} + \underset{\text{اثيلين}}{CH_2=CH_2}$$

الاحتمال الثاني :

انشطار الاصرة (H-C) لتكوين جذر حر لـ H الذي يرتبط مع جذر حر اخر لـ H ليكونا جزيء H_2 اما الجزء المتبقي فهو جزيء البروبين .

$$H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H \longrightarrow H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{\dot{C}}}-\underset{H}{\dot{C}}-H + H^{\cdot} \longrightarrow \underset{\text{بروبين}}{H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{C}=\underset{H}{C}-H} + \underset{\text{هيدروجين}}{H_2}$$

تمرين (4-7)

اكتب نواتج التكسير الحراري لـ ن – بيوتان .

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow[\text{وبمعزل عن الهواء}]{\Delta}$

ن – بيوتان

① $CH_3-CH_2-CH=CH_2+H_2$
1- بيوتين ، هيدروجين

② $CH_3-CH=CH-CH_3+H_2$
2- بيوتين

③ $CH_4+CH_3-CH=CH_2$
ميثان ، بروبين

④ $CH_3-CH_3+CH_2=CH_2$
ايثان ، اثلين

تمثل النواتج (1) و(2) احتمالات الانشطار المتجانس بين اصرة C – H وتمثل النواتج (3) و(4) احتمالات الانشطار المتجانس بين اصرة C – C

(د) تفاعلات التعويض (الاستبدال) في الالكانات .

وهي عملية استبدال ذرة الهيدروجين في الالكان بذرة اخرى كالهالوجين (Br_2 , Cl_2)

مثال / تفاعل الميثان مع الكلور بوجود ضوء الشمس (الاشعة فوق البنفسجية)

$CH_4+Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء الشمس}} CH_3-Cl+HCl$
كلوريد المثيل (كلوروميثان)

$CH_3-Cl+Cl_2 \longrightarrow CH_2-Cl_2+HCl$
ثنائي كلوروميثان (ثنائي كلوريد المثيل)

$CH_2-Cl_2+Cl_2 \longrightarrow CHCl_3+HCl$
كلورو فورم (ثلاثي كلوروميثان)

$CHCl_3+Cl_2 \longrightarrow CCl_4+HCl$
رباعي كلوريد الكاربون (رباعي كلوروميثان)

ان هذا التفاعل لايتوقف الا بعد استبدال جميع ذرات الهيدروجين في الميثان بذرات كلور، ويمكن ايقافه باضافة بعض المواد .

طرق تحضير الالكانات في المختبر

① طريقة تسخين ملح الصوديوم للحامض الكاربوكسيلي R-COONa مع هيدروكسيد الصوديوم او هيدروكسيد الباريوم حيث نحصل على الكان له عدد ذرات كاربون اقل من عدد ذرات كاربون الحامض الكاربوكسيلي بواحدة .

مثال 1/ عند تسخين خلات الصوديوم مع هيدروكسيد الصوديوم نحصل على غاز الميثان

$$CH_3-COONa+NaOH \xrightarrow{\Delta} CH_4+Na_2CO_3$$
الميثان

مثال2/ عند تسخين بروبانوات الصوديوم CH_3CH_2COONa مع هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ نحصل على الايثان .

$$2CH_3CH_2COONa+Ba(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} 2CH_3CH_3+BaCO_3+Na_2CO_3$$
ايثان

ملاحظة / عند تسمية ملح حامض كاربوكسيلي يحذف المقطع (يك) من اسم الحامض الكاربوكسيلي مثل ايثانويك CH_3COOH ويضاف المقطع (ات) ثم يكتب اسم الفلز مثل ايثانوات الصوديوم CH_3COONa

تمرين (4-8)

حضر غاز البيوتان من ملح الصوديوم للحامض الكاربوكسيلي ؟

ج / $CH_3CH_2CH_2CH_2COONa + NaOH \xrightarrow{\Delta} CH_3CH_2CH_2CH_3 + Na_2CO_3$

بنتانوات الصوديوم — غاز البيوتان

② طريقة كاشف كرينيارد RMgX :

يحضر كاشف كرينيارد من معاملة هاليد الالكيل مع فلز المغنيسيوم في مذيب الايثر الجاف

المعادلة العامة : $R-X + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} RMgX$

هاليد الالكيل — مغنيسيوم — كاشف كرينيارد (هاليد المغنيسيوم الالكيلي)

حيث X = ذرة هالوجين مثل (Br، I، Cl) .

R- = مجموعة الكيل مثل (مثيل $-CH_3$، اثيل $-CH_3CH_2$، برويل $-CH_3CH_2CH_2$... الخ).

مثال / حضر كاشف كرينيادر من يوديد المثيل CH_3I .

ج / $CH_3-I + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3MgI$

يوديد المثيل — يوديد المغنيسيوم المثيلي

(*) يحضر الالكان من كاشف كرينيارد بطريقتين :

(أ) التحلل المائي لكاشف كرينيارد /

حيث يعطي الكان يحتوي على نفس عدد ذرات الكاربون الموجودة في كاشف كرينيارد .

المعادلة العامة : $RMgX + H-OH \longrightarrow R\text{-}H + Mg(OH)X$

ماء — الكان

مثال / حضر غاز الميثان من يوديد المثيل .

ج / $CH_3-I + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3MgI$

كاشف كرينيارد

$CH_3MgI + H\text{-}OH \longrightarrow CH_4 + Mg(OH)I$

غاز الميثان

(ب) تفاعل كاشف كرينيارد مع هاليد الكيل :

حيث يعطي الكان يحتوي على عدد ذرات اكثر مما موجود في الكاشف بعدد ذرات الكاربون في هاليد الالكيل .

المعادلة العامة : $RMgX + R-X \longrightarrow R\text{-}R + MgX_2$

الكان

مثال / حضر الايثان من يوديد المثيل $CH_3-I + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3MgI$

$$CH_3MgI + CH_3-I \longrightarrow CH_3\text{-}CH_3 + MgI_2$$

يوديد المغنيسيوم المثيلي — يوديد المثيل — ايثان

مثال / من كلوريد الاثيل و 2- كلوروبروبان وماتحتاج اليه من مواد حضر :

(أ) ن- بيوتان (ب) 2- مثيل بيوتان

ج / (أ) نحضر اولا كاشف كرينيارد من كلوريد الاثيل

$$CH_3CH_2Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2MgCl$$

لزيادة عدد ذرات الكاربون والحصول على ن - بيوتان نحتاج الى هاليد الكيل عدد ذرات الكاربون فيه يساوي 2

$$CH_3CH_2MgCl + CH_3CH_2Cl \longrightarrow CH_3CH_2CH_2CH_3 + MgCl_2$$

ن- بيوتان

(ب) لتحضير 2- مثيل بيوتان نحتاج الى المركب 2- كلورو بروبان لزيادة عدد ذرات الكاربون في كاشف كرينيارد

$$CH_3CH_2MgCl + CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-Cl \longrightarrow \overset{①}{C}H_3-\underset{\underset{③CH_2CH_3\,④}{|}}{\overset{②}{C}H}-CH_3 + MgCl_2$$

2- كلوروبروبان

أو

$$CH_3CH_2MgCl + CH_3-\overset{\overset{Cl}{|}}{CH}-CH_3 \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2CH_3 + MgCl_2$$

تمرين (4-9)

من كلوريد الاثيل وماتحتاج اليه من مواد حضر . (أ) الايثان (ب) البروبان .

ج / (أ) نحضر كاشف كرينيارد .

$$CH_3CH_2Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2MgCl$$

كلوريد المغنيسيوم الاثيلي

- ثم نفاعل الكاشف مع الماء

$$CH_3CH_2MgCl + H\text{-}OH \longrightarrow CH_3\text{-}CH_3 + Mg(OH)Cl$$

ايثان

(ب) نفاعل كاشف كرينيارد المحضر سابقا مع كلوريد المثيل.

$$CH_3CH_2MgCl + CH_3Cl \longrightarrow CH_3CH_2CH_3 + MgCl_2$$

كلوريد المثيل — بروبان

الالكينات (الاوليفينات) AlKenes

وهي هيدروكاربونات غير مشبعة وتعتبر ثاني متسلسلة متشاكلة تحتوي افرادها على عدد اقل من ذرات الهيدروجين عند مقارنتها بالالكانات حيث تحتوي افرادها على اصرة مزدوجة (Double bond) ، وتدخل الالكينات تفاعلات الاضافة والاكسدة والاختزال والاحتراق . وابسط افرادها هو الاثيلين C_2H_4(الصيغة الجزيئية)

$$H_2C=CH_2 \quad \text{أو} \quad H_2C::CH_2$$

ويمكن كتابته على الصورة $CH_2=CH_2$ (الصيغة التركيبية)

قانونها العام : C_nH_{2n}

صيغها العامة : $R\text{-}CH=CH_2$ أو $R\text{-}CH=CH\text{-}R'$

حيث $R = R'$ يعني الكين متناظر مثل $CH_3\text{-}CH=CH\text{-}CH_3$

و $R \neq R'$ يعني الكين غير متناظر مثل $CH_3CH_2\text{-}CH=CH\text{-}CH_3$

تمرين (4-10)

جميع الصيغ الاتية تمثل جزيئات الكينات باستثناء واحد :

① C_4H_8 ② C_5H_{10} ③ C_7H_{16} ④ C_6H_{12} ج / ③ C_7H_{16} هبتان

التسمية النظامية (العامة) للالكينات

① نختار اطول سلسلة كاربونية مستمرة شرط ان تحتوي على الاصرة المزدوجة .

② نبدأ بالترقيم من ذرة الكاربون الاقرب الى الاصرة المزدوجة ونعطيها اسم الالكان المقابل . ونستبدل المقطع الاخير (آن) (ane) من اسم الالكان بالمقطع (ين) (ene) .

③ نعين موقع الاصرة المزدوجة باختيار اصغر الرقمين الموجودين على ذرتا كاربون الاصرة المزدوجة

④ نحدد مجاميع الالكيل او المجاميع الاخرى حسب ذرات الكاربون المرقمة .

امثلة /

الاسم الشائع (القديم)	الاسم النظامي (العام)	الصيغة التركيبية
اثيلين	ايثين	$CH_2=CH_2$
بروبلين	بروبين	$CH_3-CH=CH_2$
بيوتلين	1- بيوتين 2- بيوتين	④ ③ ② ① $CH_3-CH_2-CH=CH_2$ $CH_3-CH=CH-CH_3$
بنتلين	1- بنتين 2- بنتين 3- مثيل -1- بيوتين 2- مثيل -1- بيوتين 4- مثيل -2- بنتين 3، 3 - ثنائي مثيل -1- بيوتين	$CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH_2$ $CH_3-CH_2-CH=CH-CH_3$ $CH_3-CH(CH_3)-CH=CH_2$ (④ ③ ② ①) $CH_3-CH_2-C(CH_3)=CH_2$ $CH_3-CH(CH_3)-CH=CH-CH_3$ $CH_3-C(CH_3)_2-CH=CH_2$

تمرين (4-11)

سم مركبات الالكين الاتية وفق نظام التسمية العام

① $CH_3-CH=CH-CH_3$ (H على ذرة C الثانية)

ج/ ① 2- بيوتين

② $CH_3-CH_2-CH=CH_2$

ج/ ② 1- بيوتين

الجناس الهندسي / هي ظاهرة اختلاف الشكل الهندسي لبعض الالكينات التي لها نفس الصيغة الجزيئية ناتجة عن صعوبة الدوران او البرم حول الاصرة المزدوجة بسبب اختلاف نوع وترتيب المجاميع حول كل من ذرتي كاربون الاصرة المزدوجة مؤدياً الى اختلاف كثير من الخواص الفيزيائية والكيميائية وهذه الظاهرة تمثل بالاشكال الهندسية (سس (cis) وترانس (trans) .

المتجانس الهندسي سس (تجاور) /

هو المتجانس الذي تقع فيه المجموعتان المتشابهتان على جانب واحد من الاصرة المزدوجة .

مثال / $CH_3 - CH = CH - CH_3$

2- بيوتين

سس -2- بيوتين



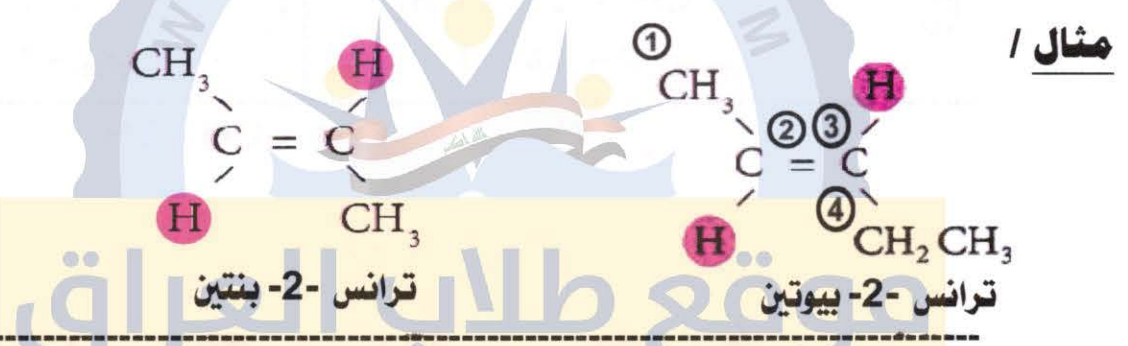
2- بنتين

سس -2- بنتين

المتجانس الهندسي ترانس (تقابل) :

هو المتجانس الذي تقع فيه المجموعتان المتشابهتان على جانبين متقابلين عبر الاصرة المزدوجة

مثال /



س/ ماهي الشرطين الاساسيين لجعل المركب يعطي جناسا هندسيا ؟

ج / ① ان يكون موقع الاصرة المزدوجة وسطية لاطرفية .

② عدم وجود تفرع على ذرتي كاربون الاصرة المزدوجة .

مثال / ماهي الصيغ التركيبية المتوقعة (المتجانسات) في الصيغة الجزيئية C_4H_8 بما فيها المتجانسات الهندسية

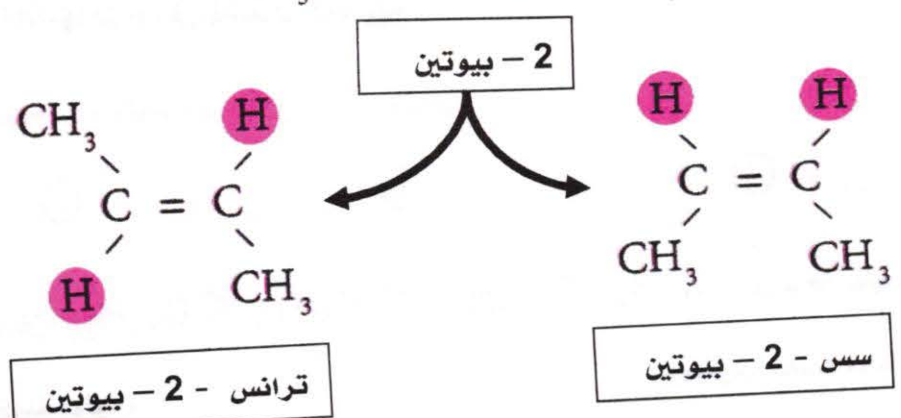
ج /

(A) $CH_3 - CH_2 - CH = CH_2$ 1 – بيوتين

(B) $CH_3 - CH = CH - CH_3$ 2 – بيوتين

(C) $CH_3 - C(CH_3) = CH_2$ 2- مثيل بروبين

ان الجناس Ⓑ 2 – بيوتين يعطي متجانسات هندسية



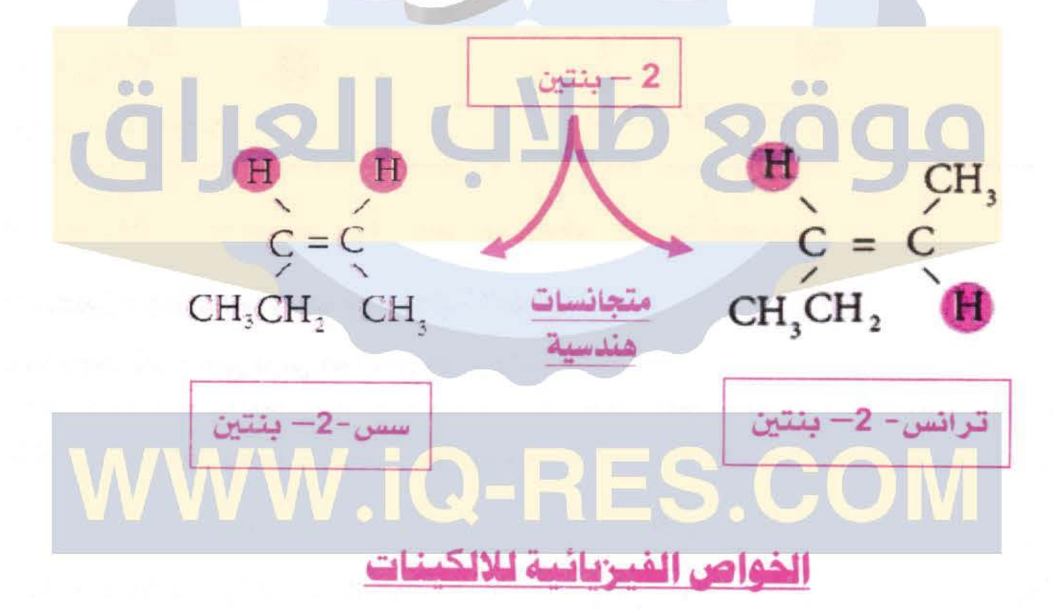
تمرين (4 -12)

اكتب متجانسات الالكين C_5H_{10} وحدد ايهما يعطي متجانسات هندسية .

ج /

② $CH_3-CH_2-\underset{}{\overset{CH_3}{\overset{\vert}{C}}}=CH_2$ 2 – مثيل – 1 – بيوتين	① $CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH_2$ 1 – بنتين
③ $CH_3-\underset{CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-CH=CH_2$ 3 – مثيل – 1 – بيوتين	⑤ $CH_3-CH=\overset{CH_3}{\overset{\vert}{C}}-CH_3$ 2 – مثيل – 2 – بيوتين

④ $CH_3-CH_2-CH=CH-CH_3$



الخواص الفيزيائية للالكينات

- الافراد الاولى منها غازات (الايثين C_2H_4، البروبين C_3H_6 ، 1ـ بيوتين C_4H_8) والبقية سوائل
- تزداد درجة غليانها بزيادة الكتلة المولية لها .
- لاتذوب في الماء لكنها تذوب في المذيبات العضوية .

اي من الالكينات التالية لها اعلى درجة غليان :

الايثين C_2H_4 ② 1-ديكين $C_{10}H_{20}$ ③ 1-أوكتين C_8H_{16} ④ 1-بنتين C_5H_{10}

(اعلى درجة غليان) $C_{10}H_{20} > C_8H_{16} > C_5H_{10} > C_2H_4$ (أقل درجة غليان)

(اكبرهم كتلة مولية) (اصغرهم كتلة مولية)

انواع الكواشف

① **الكواشف الباحثة عن الالكترونات /** وهي الدقائق (ذرات او جزيئات او ايونات) التي تستطيع استيعاب زوج واحد من الالكترونات اي انها تمتلك اوربيتال فارغ وتسمى الكتروفيل او حوامض لويس مثل ايون الهيدروجين الموجب H^+ ، ايون كاربونيوم $-\overset{|}{\underset{|}{C}}{}^{+}$ ، فلوريد البورون BF_3 ، مجموعة الكاربونيل المستقطبة $-\overset{O}{\overset{//}{C}}-$ ، كلوريد الالمنيوم $AlCl_3$

② **الكواشف الباحثة عن النواة /** وهي الدقائق (ذرات او جزيئات او ايونات) التي تستطيع هبة زوج من الالكترونات والمشاركة فيها وتسمى نيوكلوفيل او قواعد لويس مثل ايون الهيدريد السالب H^- ، ايون الهاليد X^- (F^-, I^-, Cl^-, Br^-) ، ايون الهيدروكسيد OH^- ، ايون الكاربا نيون السالب $-\overset{|}{\underset{|}{C}}{}^{-}$ ، الاصرة المزدوجة $-\overset{|}{C}=\overset{|}{C}-$ ، الاصرة الثلاثية $-C\equiv C-$ ، الامونيا $:NH_3$

③ **ايون الكاربونيوم الموجب Carbo Cation/** وهو الايون الناتج من ارتباط ذرة كاربون بثلاث ذرات هيدروجين او ثلاثة مجاميع مختلفة فقط ويحمل شحنة موجبة $-\overset{|}{\underset{|}{C}}{}^{+}$ ويستطيع استيعاب زوج الكتروني .

علل/ نتيجة لفقدانه الالكترون الرابع الموجود في الغلاف الخارجي حيث اصبحت ذرة C تحتوي اوربيتال فارغ ☐ مستعد لتقبل زوج الكتروني.

استقرارية ايون الكاربونيوم الموجب / يكون ايون الكاربونيوم الموجب اكثر استقراراً كلما ازدادت عدد المجاميع الدافعة للالكترونات المرتبطة بذرة الكاربون الموجبة . حيث يعتبر ايون الكاربونيوم الثالثي اكثر الانواع استقراراً .

$$R_3C^+ > R_2CH^+ > RCH_2^+ > CH_3^+$$

الثالثي	الثانوي	الاولي	ايون الكاربونيوم
اكثر استقرار	☐	☐	اقل استقرارا

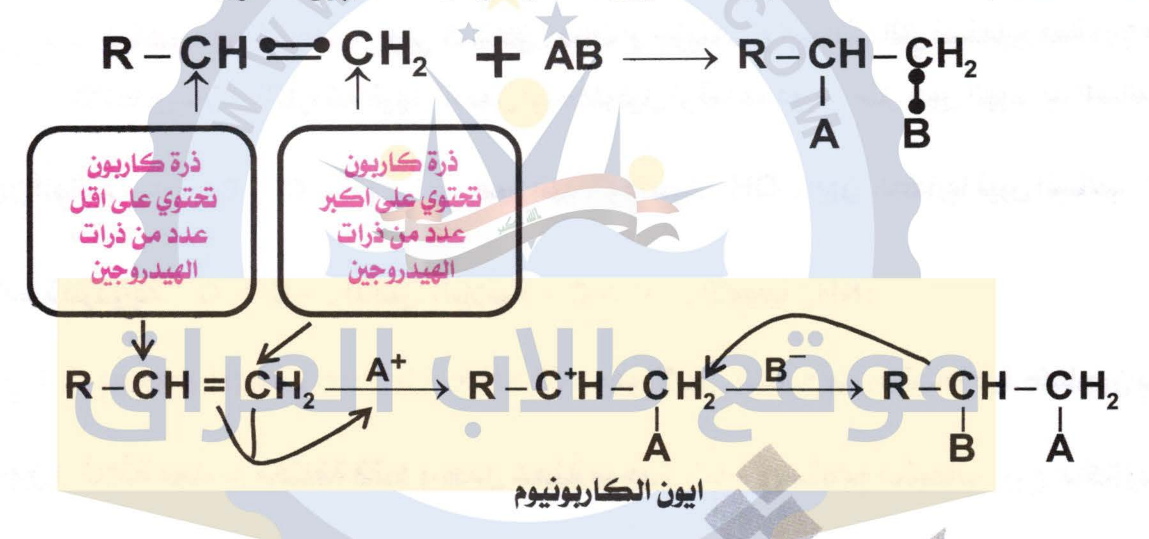
حيث R تمثل مجموعة دافعة مثل $(CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}\ ,\ CH_3CH_2\text{-}\ ,\ CH_3\text{-})$

الخواص الكيميائية للالكينات

ان المجموعة الفعالة (العاملة) في الالكينات هي الاصرة المزدوجة والتي تعزى اليها التفاعلات الكيميائية للالكينات والتي تميل لاشباع الاصرة المزدوجة للوصول الى حالة اكثر استقراراً وهي حالة المركب المشبع (الالكان) ذو الاصرة التساهمية المفردة لذلك تدخل الالكينات تفاعلات ① الاضافة ② تفاعلات الاكسدة والاحتراق .

قاعدة ماركوفنيكوف للاضافة :

يضاف الايون الموجب اولاً الى ذرة الكاربون المرتبطة بالاصرة المزدوجة والحاوية على اكبر عدد من ذرات الهيدروجين لتكون ايون كاربونيوم اكثر استقراراً ثم يضاف الايون السالب الى ذرة الكاربون الاخرى .



التفاعلات الكيميائية للالكينات

(أ) تفاعلات الاضافة :

① اضافة جزيء الهيدروجين H_2 (الهدرجة Hydrogenation) :

تتشبع الالكينات بتفاعلاتها مع الهيدروجين بوجود عامل مساعد كالبلاتين او البلاديوم والنيكل وبوجود الحرارة والضغط . وهي طريقة صناعية لتحضير الالكانات وهدرجة الزيوت النباتية .

مثال /

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow[\text{مذيب مناسب}]{Pt} CH_3\text{-}CH_3$$

اثيلين ⟶ ايثان

ميكانيكية التفاعل لاضافة جزيء الهيدروجين الى البروبين :

حيث تنشطر جزيئة الهيدروجين (H_2) بتاثير البلاتين (Pt) الى ايون الهيدروجين الموجب وايون الهيدريد السالب (H^-) يضاف ايون الهيدروجين الموجب اولاً مكوناً ايون الكاربونيوم ثم يضاف ايون الهيدريد السالب كما موضح في التفاعل:

$$H_2 \xrightarrow{Pt} H^+ + H^-$$

$$CH_3 - CH = CH_2 \xrightarrow{H^+} CH_3 - \overset{+}{C}H - CH_2(H) \xrightarrow{H^-} CH_3 - CH_2 - CH_3$$

بروبين ⟶ ايون الكاربونيوم (ثانوي) ⟶ بروبان

② اضافة الهالوجينات (الهلجنة) :

عند اضافة محلول البروم في رابع كلوريد الكاربون (احمر اللون) الى الاصرة المزدوجة نلاحظ اختفاء اللون الاحمر دلالة على تفاعل البروم مع الاصرة المزدوجة وتكوين مركب ثنائي الهاليد (البروم). وتعتبر هذه العملية طريقة للكشف عن الاصرة المزدوجة (الالكينات) او للتمييز بين الالكان والالكين .

مثال / ميز عمليا بين الاثيلين والايثان باستخدام محلول البروم المذاب في CCl_4 .

$$CH_2=CH_2 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} Br-CH_2-CH_2-Br$$

اثيلين (الكين) (عديم اللون) — بروم (احمر اللون) — 2،1 – ثنائي برومو ايثان (عديم اللون)

$$CH_3-CH_3 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} N.R$$

لا يتفاعل (حيث يبقى اللون الاحمر)

ايثان (الكان) — أحمر

---

③ اضافة هاليد الهيدروجين HX (HCl او HBr) تتم الاضافة حسب قاعدة ماركونيكوف .

مثال /

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH_2 + \overset{+\,-}{HBr} \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{Br}{|}}{C}}-CH_3$$

2 – مثيل – 1 – بروبين — 2 – برومو – 2 – مثيل بروبان

تمرين (4 –13)

ان تفاعل بروميد الهيدروجين مع البروبين يعطي 2- بروموبروبان وليس 1- بروموبروبان ، علل سبب ذلك ؟

ج / لان HBr يضاف حسب قاعدة ماركونيكوف الى البروبين حيث يضاف ايون الهيدروجين الموجب (H^+) لـ HBr الى ذرة الكاربون المرتبطة بالاصرة المزدوجة والحاوية على اكبر عدد من ذرات الهيدروجين لتكوين ايون الكاربونيوم اكثر استقراراً ثم يضاف الايون السالب (Br^-) الى ذرة الكاربون الاخرى (الفقيرة بالهيدروجين) .

$$CH_3-CH=CH_2 + H^+-Br^- \longrightarrow CH_3-\overset{+}{C}H-\underset{\underset{H}{|}}{CH_2} \xrightarrow{Br^-} CH_3-CH-\underset{\underset{Br}{|}}{CH_2}$$

بروبين — 2 – بروموبروبان

---

④ اضافة حامض الكبريتيك المركز الى الالكين ثم التحلل المائي للناتج :

عند امرار احد الالكينات مثل غاز الاثيلين في حامض الكبريتيك المركز وتحلل الناتج مائياً يتكون الكحول المقابل (كحول الاثيل) . حسب المعادلة الاتية :

$$CH_2=CH_2 + H_2O \xrightarrow[\text{مركز}]{H_2SO_4} CH_3-CH_2-OH + H_2SO_4$$

اثيلين   ماء   كحول الاثيل   مخفف

اهمية هذا التفاعل :

① يستعمل في الصناعة النفطية لفصل الالكينات عن الالكانات بعد عملية التكسير الحراري .
② يعتبر طريقة تجارية لتحضير الكحولات .

ملاحظة / يعتبر هذا التفاعل طريقة للتمييز بين الالكينات التي تتفاعل مع حامض الكبريتيك المركز وبين الالكانات التي لاتتفاعل معه .

⑤ البلمرة Polymerization :

وهو نوع من تفاعلات الاضافة للالكينات حيث تتضاعف جزيئات الالكين المنفردة والتي تدعى (مونمر) بالاتحاد مع بعضها بوجود عامل مساعد مناسب (مثل حامض الكبريتيك) لتكوين جزيئة واحدة مشبعة ذات كتلة مولية كبيرة تدعى (بوليمر) أي تنتج مادة بلاستيكية .

مثال / عند تفاعل جزيئات الاثيلين مع بعضها ينتج مادة بولي أثيلين (متعدد اثيلين) وهي مادة بلاستيكية .

$$n(CH_2=CH_2) \xrightarrow{H_2SO_4} [-CH_2-CH_2(CH_2-CH_2)_n\ CH_2-CH_2-]_x$$

بولي اثيلين (بوليمر)

حيث ان كل جزيئة ($-CH_2-CH_2-$) تدعى مونمر .

(ب) الاحتراق: تحترق الالكينات في الهواء بلهب داخن (لان نسبة الكاربون في الالكين اكبر مما في الالكان) مكونة CO_2 وبخار الماء ومحررة طاقة .

مثال / $CH_2=CH_2 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O +$ طاقة

اثيلين   اوكسجين

(جـ) الاكسدة:

① باستخدام المحلول المائي المخفف (البارد) لبرمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ (كاشف باير)

حيث يختفي اللون البنفسجي للبرمنكنات عند مزجه مع الالكينات نتيجة لاكسدة الاصرة المزدوجة جزئياً في الالكينات من قبل العامل المؤكسد القوي (برمنكنات البوتاسيوم) الى مشتق ثنائي الهيدروكسيل (الكلايكول) ويظهر راسب بني هو ثنائي اوكسيد المنغنيز .

مثال / وضح بمعادلة اكسدة الاثيلين بمحلول $KMnO_4$ المخفف البارد .

معادلة التفاعل (الاكسدة الجزئية) :

$$3CH_2=CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow 3\underset{OH}{\underset{|}{C}}H_2-\underset{OH}{\underset{|}{C}}H_2 + 2KOH + 2MnO_2\downarrow$$

اثيلين   محلول بنفسجي مخفف   اثيلين كلايكول   راسب بني غامق

س/ وضح بمعادلة الاكسدة الجزئية للبروبين باستخدام محلول $KMnO_4$ المخفف البارد ؟ /واجب/

س/ كيف تميز بين البروبين والبروبان باستخدام كاشف باير ؟ /واجب/

② باستخدام محلول برمنكنات البوتاسيوم المركز الساخن :-

حيث تتاكسد الاصرة المزدوجة في الاثيلين بشكل تام .

مثال / وضح بمعادلة اكسدة الاثيلين بمحلول $KMnO_4$ المركز الساخن

معادلة التفاعل (الاكسدة الكلية) :

$$CH_2 = CH_2 + 4KMnO_4 \longrightarrow 2CO_2 + 4KOH + 4MnO_2 \downarrow$$

مركز — راسب بني غامق

ملاحظة / يعتبر كشف باير (الاكسدة بمحلول $KmnO_4$ المخفف) طريقة ثالثة للتمييز بين الالكينات والالكانات بعد (H_2SO_4 , Br_2)حيث لاتتفاعل الالكانات معه .

تمرين (4 - 14)

وضح بمعادلات كيميائية كيف يمكنك تمييز المركب 2- مثيل بروبين عن المركب بيوتان باستخدام محلول البروم المذاب في CCl_4 ؟

ج /

$$CH_3-\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}=CH_2 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} CH_3-\underset{Br}{\underset{|}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}}-\underset{Br}{\underset{|}{CH_2}}$$

2 ـ مثيل بروبين — احمر اللون — 1 ، 2 ـ ثنائي برومو ـ 2 ـ مثيل بروبان (مركب عديم اللون)

$$CH_3CH_2CH_2CH_3 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} N.R$$

بيوتـــان — لا يتفاعـــل

يؤدي التفاعل مع المركب الاول اختفاء لون محلول البروم الاحمر دلالة على ان المركب هو (2- مثيل بروبين)

تحضير الالكينات مختبريا

① **سحب جزيئة ماء من الكحول :**

تتم باستعمال عوامل مساعدة مثل حامض الكبريتيك المركز الذي يقوم بسحب جزيئة ماء من الكحول عند تسخينهما الى درجة حرارة 165°C مكوناً اوليفين (الكين) .

مثال / عند مزج حامض الكبريتيك المركز مع الكحول الاثيلي وتسخينهما الى درجة حرارة 165°C يتحرر الاثيلين

$$\overset{H}{\overset{|}{CH_2}} - CH_2 - O - H \xrightarrow[165°C]{H_2SO_4 \text{ مركز}} CH_2 = CH_2 + H_2O$$

كحول الاثيل (ايثانول) — اثيلين

ملاحظة / تحذف ذرة الهيدروجين من على ذرة الكاربون المجاورة لذرة الكاربون الحاوية على OH .

مثال / حضر البروبين من كحول مناسب وماتحتاج اليه .

ج / بما اننا نريد تحضير البروبين $CH_3CH{=}CH_2$ فلا بد ان نختار كحول يحتوي على ثلاث ذرات كاربون وفي هذه الحالة نختار كحول البروبيل $CH_3CH_2CH_2OH$

معادلة التفاعل:

$$CH_3\overset{H}{\overset{|}{C}}HCH_2OH \xrightarrow[165°C]{H_2SO_4} CH_3CH = CH_2 + H_2O$$

كحول البروبيل (1 ـ بربانول) — بروبين

تمرين (4-15)

حضر 1- بيوتين من كحول مناسب وماتحتاج اليه ؟

ج /

$$CH_3CH_2\overset{H}{\overset{|}{C}}H - CH_2 - OH \xrightarrow[165°C]{H_2SO_4} CH_3CH_2CH = CH_2 + H_2O$$

كحول البيوتيل (1 – بيوتانول) — 1 – بيوتين

تسمية الكحولات (R-OH)

(أ) **الطريقة القديمة :** نذكر كلمة كحول ثم اسم مجموعة الالكيل .

(ب) **الطريقة النظامية :**

① نختار اطول سلسلة مستمرة تحتوي مجموعة الهيدروكسيل ونرقمها من الطرف القريب لـ OH

② نكتب رقم ذرة الكاربون الحاملة مجموعة OH ثم خط (–) ثم اسم الالكان مضافاً اليه المقطع (ول) فيصبح الكانول.

امثلة /

	$\overset{③}{CH_3} - \overset{②}{CH}(CH_3) - \overset{①}{CH_2} - OH$	$CH_3 - CH(OH) - CH_3$	CH_3OH
التسمية القديمة :	كحول ايسو بيوتيل	كحول ايسو بروبيل	كحول المثيل
التسمية النظامية :	2-مثيل -1-بروبانول	2- بروبانول	ميثانول

② **سحب جزيئة HX من هاليد الالكيل:**

يحضر الالكين من تسخين هاليد الالكيل $R-X$ مع قاعدة قوية مثل هيدروكسيد البوتاسيوم KOH المذاب في كحول (يستعمل الكحول كعامل مساعد) حيث يتحرر الاولفين بسهولة .

مثال / من هاليد الكيل مناسب وما تحتاج اليه حضر البروبين .

$$CH_3-\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}-CH_3 + KOH \xrightarrow[\Delta]{\text{كحولي}} CH_2=CH-CH_3 + KCl + H_2O$$

2 – كلوروبروبان ، بروبين

ميكانيكية التفاعل /

$$H-\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{Cl}{|}}{C}}-\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-H \longrightarrow CH_2=CH-CH_3+KCl+H_2O$$

$\overset{-}{OH}$ ، K ، بروبين

ملاحظة / ان ذرة الهيدروجين حذفت من ذرة الكاربون المجاورة لذرة الكاربون الحاملة للهاليد (الكلوريد)

تمرين (4–16)

حضر 1- بيوتين من هاليد الكيل مناسب وماتحتاج اليه ؟

$$CH_3-CH_2\,CH-\underset{\underset{Cl}{|}}{CH_2}+K^+OH \xrightarrow[\Delta]{\text{كحولي}} \boxed{CH_3CH_2CH=CH_2} + KCl + H_2O$$

H ، 1- بيوتين ، 1- كلوروبيوتان

الالكاينات (الاستيلينات) AlKynes

وهي المتسلسلة المتشاكلة الثالثة من الهيدروكاربونات وتكون غير مشبعة فعالة حيث تتميز باحتوائها على الاصرة الثلاثية $(-C\equiv C-)$

امثلة / اول افرادها (ابسطها) هو الاستيلين (ايثاين) .

صيغته : C_2H_2 او $H-C\equiv C-H$ او $H-C:::C-H$

والبروباين (C_3H_4)، 1- بيوتاين C_4H_6 ، 1- بنتاين C_5H_8 جميعها غازات والبقية سوائل 1- هكساين C_6H_{10}، 1- هبتاين C_7H_{12}، 1- اوكتاين C_8H_{14}، 1- نوناين C_9H_{16}، 1- ديكاين $C_{10}H_{18}$.

قانونها العام : C_nH_{2n-2}

الصيغة العامة : $R-C\equiv C-H$ او $R-C\equiv C-R$

ملاحظة / ان ذرة الهيدروجين المرتبطة بذرة كاربون الاصرة الثلاثية اكثر فعالية من تلك المرتبطة بذرة كاربون الاصرة المزدوجة لانها ذرة هيدروجين حامضية (فعالة) قابلة للاحلال بفلز .

نظام التسمية العام للالكاينات:

(1) تنتخب اطول سلسلة مستمرة من ذرات الكاربون التي تضم ذرتي كاربون الاصرة الثلاثية ، ثم نرقم ذرات كاربون السلسلة من الطرف الذي يعطي ذرتي كاربون الاصرة الثلاثية اصغر الارقام ويعطي اسم الالكان المقابل ويستبدل المقطع آن (ane) من اسم الكان بالمقطع (آين) (yne) الدال على وجود الاصرة الثلاثية ويعين موقع الاصرة الثلاثية باختيار اصغر الرقمين

(2) تعطى اسماء الفروع الجانبية وتعين مواقعها بارقام ذرات الكاربون التي تحملها السلسلة .

التسمية القديمة للالكاينات :

تسمى الاستيلينات العليا (مشتقات الاستيلين) بذكر اسم مجموعة او مجموعتي الالكيل ثم كلمة استيلين .

امثلة /

الصيغة التركيبية	الاسم العام (النظامي)	الاسم الشائع (القديم)
$H-C\equiv C-H$	ايثاين	استيلين
$CH_3-C\equiv C-H$	بروباين	مثيل استيلين
$CH_3-CH_2-C\equiv C-H$	1- بيوتاين	اثيل استيلين
$CH_3-C\equiv C-CH_3$	2- بيوتاين	ثنائي مثيل استيلين
$CH_3-C(CH_3)_2-C\equiv C-H$	3،3 – ثنائي مثيل -1- بيوتاين	بيوتيل ثالثي استيلين
$\underset{1}{CH_3}-\underset{2}{C}\equiv\underset{3}{C}-\underset{4}{CH}(CH_3)-\underset{5}{CH_3}$	4 – مثيل -2- بنتاين	ايزو بروبيل مثيل استيلين

الخواص الفيزيائية للالكاينات

(1) تزداد درجة غليانها بزيادة الكتلة المولية والافراد الاربعة الاولى غازات والبقية سوائل .

(2) قليلة الذوبان في الماء والمذيبات القطبية ولكنها تذوب في المذيبات العضوية .

الخواص الكيميائية للالكاينات

تحتوي الالكاينات ذات الصيغة التركيبية $R-\boxed{C\equiv C}-\boxed{H}$

على مجموعتين فعالتين هما :

(1) الاصرة الثلاثية وهي المجموعة الفعالة الاولى .

(2) الهيدروجين الحامضي الضعيف والقابل للاستبدال لتكوين استيليد مثل استيليد الصوديوم .

تفاعلات الالكاينات

(أ) تفاعلات الاضافة Addition Reactions :

(1) اضافة الهيدروجين (الهدرجة) :

تتشبع الاصرة الثلاثية في الالكاينات بمفاعلتها مع غاز الهيدروجين بوجود النيكل او البلاتين كعامل مساعد على مرحلتين ففي المرحلة الاولى يتكون الألكين (الاولفين) وفي المرحلة الثانية يتحول الالكين الى الالكان.

مثال /

$$CH_3-C\equiv C-H \xrightarrow[H_2]{Ni} CH_3-CH=CH_2 \xrightarrow[H_2]{Ni} CH_3-CH_2-CH_3$$

بروباين ← بروبين ← بروبان

ويمكن كتابتها بصورة مباشرة

$$CH_3-C\equiv C-H \xrightarrow[2H_2]{Ni} CH_3CH_2-CH_3$$

بروبان

س/ ما الذي ينتج من الهدرجة التامة لـ : 4 – مثيل -2- بنتاين ؟ /واجب/

(2) اضافة جزيء هاليد الهيدروجين :

عند اضافة الحوامض مثل هاليدات الهيدروجين (HX) الى الالكاينات وعلى مرحاتين يتكون مركب (الكان) ثنائي الهاليد .

مثال/ عند اضافة بروميد الهيدروجين على مرحلتين الى البروباين يتكون 2،2 - ثنائي برومو بروبان

$$CH_3-C\equiv C-H + HBr \xrightarrow{\text{اضافة}} CH_3-\underset{}{\overset{Br}{\overset{|}{C}}}=CH_2 \xrightarrow{HBr} CH_3-\underset{Br}{\underset{|}{\overset{Br}{\overset{|}{C}}}}-CH_3$$

بروباين ← 2 – برومو بروبين ماركونيكوف ← 2،2 –ثنائي بروموبروبان

تمرين (4 – 17)

في التفاعل الاتي : $CH_3C\equiv CH + 2HBr \longrightarrow$ يكون الناتج هو احد المركبات الاتية :

(أ) $CH_3CBr_2CH_3$ (ب) $CH_3CHBrCH_2Br$

(جـ) CH_3CH_2CHBr (د) $BrCH_2CH_2CH_2Br$

الجواب / فرع (أ) $CH_3-\underset{Br}{\underset{|}{\overset{Br}{\overset{|}{C}}}}-CH_3$

(3) اضافة الهالوجين (الهلجنة) (Br_2 , Cl_2) :

من السهولة اضافة جزيئة هالوجين للاصرة الثلاثية وتكوين الكين مهلجن اولاً ، وباضافة جزيئة اخرى من الهالوجين ليتم اشباع الاصرة المزدوجة للالكين المهلجن . وتكوين الكان مهلجن .

مثال / ماذا ينتج عند هلجنة البروباين هلجنة تامة .

$$CH_3-C\equiv C-H + Br_2 \longrightarrow CH_3-\overset{Br}{\overset{|}{C}}=\overset{Br}{\overset{|}{C}}-H \xrightarrow{Br_2} CH_3-\underset{Br}{\underset{|}{\overset{Br}{\overset{|}{C}}}}-\underset{Br}{\underset{|}{\overset{Br}{\overset{|}{C}}}}-H$$

بروباين ← 2،1 – ثنائي برومو بروبين ← 1،1، 2،2 – رباعي برومو بروبان

او بصورة مباشرة

$$CH_3-C\equiv C-H + 2Br_2 \longrightarrow CH_3-\underset{Br}{\underset{|}{\overset{Br}{\overset{|}{C}}}}-\underset{Br}{\underset{|}{\overset{Br}{\overset{|}{C}}}}-H$$

بروباين ← 1،1، 2،2 – رباعي برومو بروبان

تفاعلات الازاحة وتكوين الاستيليدات :

وهي تفاعلات ذرة الهيدروجين الحامضية المتصلة بذرة كاربون الاصرة الثلاثية (الطرفية) وتكوين الاستيليد (وهو ملح مشتق من فلز فعال مثل فلز الصوديوم والكاين حامضي واثناء تحلله المائي يحرر الالكاين الاصلي) .

مثال /

① $H-C\equiv C-H + Na \longrightarrow H-C\equiv C^{-}Na^{+} + \frac{1}{2}H_2$

استيليد الصوديوم

② $H-C\equiv C-H + 2Na \longrightarrow Na^{+}\bar{C}\equiv \bar{C}Na^{+} + H_2$

استيليد ثنائي الصوديوم

انواع الالكاينات

(1) الكاينات حامضية تحتوي على مجموعتين فعالة هي الاصرة الثلاثية وذرة H حامضية (فعالة) المرتبطة بذرة كاربون الاصرة الثلاثية الطرفية وتدخل تفاعلات اضافة وتفاعلات استبدال (ازاحة) وتكوين استيليد مثل

$CH_3CH_2 - C \boxed{\equiv} C - \boxed{H}$

(2) الكاينات غير حامضية تحتوي على مجموعة فعالة واحدة هي الاصرة الثلاثية ولاتحتوي على H حامضية وتدخل تفاعلات اضافة مثل $CH_3 - C \boxed{\equiv} C - CH_3$

التمييز بين الكاين حامضي والكان غير حامضي :

يمكن التمييز باستخدام كاشف تولن وهوهيدروكسيد الفضة الامونياكي $[Ag(NH_3)_2OH]$ حيث يتفاعل كاشف تولن مع الالكاين الحامضي ويعطي راسب ابيض من استيليد الفضة في حين لايتفاعل مع الالكاين غير الحامضي لانه لايحتوي على ذرة هيدروجين حامضية فعالة لان ذرات الهيدروجين لمجموعة المثيل الطرفية ليست حامضية .

مثال / كيف تميز بين 1- بيوتاين و 2- بيوتاين . ج/ باستخدام كاشف تولن

$CH_3-CH_2-C\equiv C-CH + Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow CH_3-CH_2-C\equiv C^{-}Ag^{+}\downarrow + 2NH_3 + H_2O$

1- بيوتاين (حامضي) — كاشف تولن — راسب ابيض (بيوتاينيد الفضة)

$CH_3-C\equiv C-CH_3 + Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow N.R$

2- بيوتاين (غير حامضي) — لا تفاعل

تحضير الالكاينات (الاستيلينات)

(أ) تحضير غاز الاستيلين صناعيا ومختبريا :

(1) من التحلل المائي لكاربيد الكالسيوم

$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow H-C\equiv C-H + Ca(OH)_2$

كاربيد الكالسيوم — غاز الاستيلين (الايثاين)

(2) يحضر غاز الاستيلين بالتسخين الشديد لغاز الميثان بمعزل عن الهواء كما في المعادلة :

$2CH_4 \xrightarrow{1500°C} H-C\equiv C-H + 3H_2$

ميثان — استيلين

(ب) تحضير (الالكاينات) ذات الكتلة المولية العالية :

تحضر الاستيلينات من غاز الاستيلين نفسه بعد تحويله الى استيليد الصوديوم ثم يتفاعل استيليد الصوديوم مع هاليد الالكيل المناسب .

مثال / حضر (1 - بيوتاين) و (2- بيوتاين) من غاز الاستيلين.

① $CH \equiv CH + Na \longrightarrow H-C \equiv C^{-}Na^{+} + \frac{1}{2}H_2$

(استيلين) (استيليد الصوديوم)

$CH \equiv C^{-}Na^{+} + I-CH_2-CH_3 \longrightarrow CH \equiv C-CH_2-CH_3 + NaI$

(يوديد الاثيل) (1- بيوتاين)

---

② $H-C \equiv C-H + 2Na \longrightarrow Na^{+}C^{-} \equiv C^{-}Na^{+} + H_2$

(استيلين)

$Na^{+}C^{-} \equiv C^{-}Na^{+} + 2CH_3-I \longrightarrow CH_3-C \equiv C-CH_3 + 2NaI$

(2- بيوتاين)

مثال / حضر 2- بنتاين من بروباين ويوديد الاثيل .

ج / نفاعل البروبين مع الصوديوم لتحضير بروباينيد الصوديوم

$CH_3C \equiv CH + Na \longrightarrow CH_3C \equiv C^{-}Na^{+} + \frac{1}{2}H_2$

(بروباين) (صوديوم) (بروباينيد الصوديوم)

وبمفاعلة بروباينيد الصوديوم مع يوديد الاثيل نحصل على **2 - بنتاين** .

$CH_3C \equiv C^{-}Na^{+} + I-CH_2-CH_3 \longrightarrow CH_3C \equiv C-CH_2-CH_3 + NaI$

(2- بنتاين)

امثلة اضافية

ملاحظة / يحذف الايون الموجب مثل (H^+) من ذرة الكاربون التي تحمل عدد اقل من H والمجاورة لذرة الكاربون التي يحذف منها الايون السالب مثل Cl ، Br

مثال ①/ عند حذف بروميد الهيدروجين من 2ـ برومو بيوتان يتكون ناتج رئيسي هو 2ـ بيوتين

$$CH_3-CH_2-CHBr-CH_3 + K^+OH^- \xrightarrow[\Delta]{\text{كحولي}} CH_3-CH=CH-CH_3 + KBr + H_2O$$

2- بيـــوتين

ملاحظة / يمكن نقل موقع اصرة مزدوجة من خلال اضافة HX حسب قاعدة ماركونيكوف ثم سحبه من هاليد الالكيل المتكون باضافة (KOH كحولي) مع التسخين .

مثال②/ حول 1- بيوتين الى 2- بيوتين

$$CH_3-CH_2-CH=CH_2 + H^+Br^- \longrightarrow CH_3-CH_2-CHBr-CH_3 \xrightarrow[\Delta]{KOH\ \text{كحولي}} CH_3-CH=CH-CH_3$$

1- بيـــوتين 2- بيـــوتين

مثال ③/ ماهي الصيغ التركيبية للالكاينات ذات الصيغة الجزيئية C_5H_8 موضحا تسميتها النظامية

ج / $CH_3-CH_2-CH_2-C\equiv C-H$

1- بنتـــاين

$CH_3-CH(CH_3)-C\equiv C-H$

3- مثيـل -1- بيوتـــاين

$CH_3-CH_2-C\equiv C-CH_3$

2- بنتـــاين

مثال ④ / ميز عمليا بين البروبان والبروبين باستخدام كل من: ① Br_2 ② H_2SO_4 المركز ③ $KMnO_4$ مخفف بارد

①

ج

$$CH_3-CH_2=CH_3 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} CH_3-\underset{Br}{CH}-\underset{Br}{CH_2}$$

بروبان

2,1- ثنائي برومو بروبان

(عديم اللون)

$$CH_3-CH_2=CH_3 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} CH_3-CH-CH_2$$ (لا يتفاعل)

بروبان

② تتم اضافة H_2SO_4 حسب قاعدة ماركونيكوف

$$CH_3-CH=CH_2+H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-\underset{OH}{C}H=CH_3$$

$$CH_3-CH=CH_2+H^+-OSO_3H^- \longrightarrow CH_3-\underset{OSO_3H}{CH}-CH_3 \xrightarrow{H^+\ \bar{OH}} CH_3-\underset{OH}{CH}-CH_3+H_2SO_4$$

مخفف

2- بروبانول

$$CH_3-CH_2-CH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow N.R$$

مركز

③ $$3CH_3-CH=CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow 3\,CH_3-\underset{OH}{CH}-\underset{OH}{CH_2} + 2KOH + 2MnO_2\downarrow$$

محلول بنفسجي مخفف — بروبلين كلايكول — راسب بني

$$CH_3CH_2CH_3 + KMnO_4 + H_2O \longrightarrow N.R$$

بنفسجي

(يبقى اللون بنفسجي)

مثال ⑤ / كم غرام من البروم تحتاج لاشباع $\frac{1}{2}$ مول من غاز الاستيلين اشباعا تاما .علما ان الكتلة الذرية لـ Br=80

ج /

$$CH\equiv CH + 2Br_2 \longrightarrow H-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-H$$

1 مول — غرام $(2\times2\times80)$

$\frac{1}{2}$ مول — X

$$X = \frac{320\times\frac{1}{2}}{1} = \boxed{160\ g}$$

160 غرام بروم نحتاج لاشباع ½ مول من غاز الاستيلين

مثال ⑥ / 0.28 غم من الكين يتشبع بـ 0.8غم من Br_2. فما الصيغة الجزيئية للالكين، علما ان (ك . ذ لـ (H=1 , C= 12 , Br = 80)

ج / الالكين يحتاج جزيئة واحدة من Br_2 ليتشبع .

$$\frac{\text{كتلة الالكين}}{\text{كتلته المولية}} = \frac{\text{كتلة } Br_2}{\text{كتلته المولية}} \Leftarrow \frac{0.28}{M} = \frac{0.8}{80\times2}$$

$$M = \boxed{56\ g/mol}$$

$$C_nH_{2n} = 56 \Rightarrow 12n + (1\times2n) = 56$$

$n = \boxed{4}$ عدد ذرات C في الالكين

∴ الصيغة الجزيئية للألكين هي C_4H_8

مفاهيم اساسية

- **الألكانات Alkanes**

هيدروكوربونات مشبعة ترتبط ذرات الكاربون فيها بأواصر مفردة (C – C)

- **الألكينات Alkenes**

هيدروكاربونات غير مشبعة تحوي آصرة مزدوجة مثل $CH_2 = CH_2$ وصيغتها العامة C_nH_{2n}

- **الالكاينات Alkynes**

هيدروكاربونات غير مشبعة تحتوي على آصرة ثلاثية مثل $CH \equiv CH$

- **مجموعة الالكيل Alkyl group**

المجموعة المتبقية من الكان بعد حذف ذرة هيدروجين منه والصيغة العامة للمجموعة هي (R) وقانونها العام مثل مجموعة مثيل $-CH_3$ و مجموعة اثيل $-C_2H_5$

- **الالكتروفيل Electrophile**

الكاشف الباحث عن الالكترونات ويكون إما ذرة أو جزيء أو آيون له القدرة على إستيعاب زوج واحد من الالكترونات.

- **النيوكلوفيل Neuclophile**

وهو الكاشف الباحث عن النواة ويكون إما ذرة أو جزيء أو آيون له القدرة على هبة زوج من الالكترونات.

- **آيون الكاربونيوم الموجب Carbocation**

الايون الناتج من ارتباط ذرة الكاربون بثلاث ذرات هيدروجين او ثلاثة مجاميع مختلفة فقط ويحمل شحنة موجبة.

- **البلمرة Polymerization**

احدى عمليات الاضافة للالكينات (الاولفينات)حيث تتضاعف جزيئات الالكين المفردة بالاتحاد مع بعضها بوجود عامل مساعد مناسب لتكوين جزيء واحد مشبع ذا كتلة مولية كبيرة يدعى (بوليمر (Polymer).

- **كاشف كرينيارد Grignard reagent**

هو المركب الناتج من تفاعل هاليد الالكيل R–X مع المغنسيوم في الايثر الجاف وصيغته العامة . هي (R–Mg–X)

- **أستيليد الصوديوم Sodim acetylide**

المركب الناتج من تفاعل عنصر الصوديوم مع ذرة الهيدروجين الفعالة في الاستيلينات.

$$R-C\equiv C-H + Na \longrightarrow RC\equiv C^{-}-Na^{+} + \frac{1}{2}H_2$$

استيليد الصوديوم

- **تفاعلات التعويض Substitution reactions**

وهي عملية استبدال ذرة الهيدروجين في المركب العضوي بذرة أو مجموعة أخرى مثل (Br او Cl) او اي مجموعة اخرى.

اسئلة الفصل الرابع وحلولها

س1/ ماهي اهم صفات المركبات العضوية وبماذا تختلف عن المركبات غير العضوية ؟ ج/ راجع في الملزمة

س2/ ماذا نقصد بالهيدروكاربونات وكيف تصنف ؟ ج/ راجع في الملزمة .

س3/ ماهي الصفة الفريدة لذرة الكاربون ؟ ج/ راجع في الملزمة .

س4/ ماذا نعني بالمتسلسلة المتشاكلة وماهي فوئدها ؟ ج/ راجع في الملزمة .

س5/ ما المقصود بـ أ) الجناس ب) الصيغة التركيبية ؟ ج/ راجع في الملزمة .

س6/ اعط الاسماء النظامية لكل من الصيغ التركيبية الاتية :

ج/ $CH_3-C(CH_3)_2-CH_3$: 2 ، 2 – ثنائي مثيل بروبان

$CH_3-CH(CH_3)-CH_3$: 2 ـ مثيل بروبان

$CH_3-CH=CH_2$: بروبين

$CH_3-CH=CH-CH_3$: 2 ـ بيوتين

$CH_3-C\equiv C-H$: بروباين

$CH_3-C\equiv C-CH_3$: 2 ـ بيوتاين

س7/ ماهي الاسماء الشائعة او القديمة لكل مما ياتي :

ج/ $CH_2=CH_2$: اثيلين

$CH_3-C(CH_3)=CH_2$: ايسوبيوتلين

$H-C\equiv C-H$: استيلين

$CH_3-CH_2-CH_3$: ن ـ بروبان

س8/ اكتب الصيغ التركيبية لكل من الاسماء الاتية :

(أ) 2 – مثيل -2- بيوتين (ب) 2– مثيل -1- بنتين (جـ) 2،2 – ثنائي مثيل بروبان

ج/ (أ) $CH_3-C(CH_3)=CH-CH_3$

(ب) $CH_2=C(CH_3)-CH_2-CH_2-CH_3$

(جـ) $CH_3-C(CH_3)_2-CH_3$

س9/ ماهي الصيغ التركيبية للالكانات (البارافينات) ذات الصيغة الجزيئية C_5H_{12} ؟

ج / راجع في الملزمة .

س10/ ماهي الالكينات الممكنة ذات الكتلة المولية 70 g/mol علما ان الكتل الذرية (C=12 , H=1)

ج / من القانون العام للالكينات

$$C_nH_{2n} = 70 \Rightarrow (12\times n) + 1\times(2n) = 70 \qquad n = \frac{70}{14} = \boxed{5}$$ عدد ذرات C

∴ الصيغة الجزيئية هي C_5H_{10}

صيغها التركيبية (المتجانسات)

① $CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH_2$

1- بنتين

⑤ $CH_3-CH=C(CH_3)-CH_3$

2-مثيل -2- بيوتين

② $CH_3-CH_2-C(CH_3)=CH_2$

2-مثيل -1- بيوتين

③ $CH_3-CH(CH_3)-CH=CH_2$

3-مثيل -1- بيوتين

④ $CH_3-CH_2-CH=CH-CH_3$

2 – بنتين



سس - 2 – بنتين

ترانس - 2 – بنتين

س11/ اكمل الفراغات الاتية بما يناسبها :

(1) القانون العام للالكانات C_nH_{2n+2} والالكينات C_nH_{2n} والالكاينات C_nH_{2n-2}

(2) الصيغة العامة للالكانات R - H والالكينات $R-CH=CH_2$ او $R-CH=CHR'$
والالكاينات $R-C\equiv C-H$ او $R-C\equiv C-R$

(3) المجموعة العاملة او الفعالة في الالكينات الاصرة المزدوجة (C=C) والالكاينات
الاصرة الثلاثية (C≡C) و الهيدروجين الحامضي الضعيف الارتباط (طرفي) (C≡C–H)

س12/ علل ماياتي :

(أ) لماذا نضطر احيانا الى كتابة الصيغة التركيبية ؟

ج / بسبب وجود ظاهرة الجناس أي احتمال وجود اكثر من مركب واحد يشترك في صيغة جزيئية واحدة ولكن يوجد اختلاف في كيفية ترابط الذرات المكونة لجزيء المادة اي الصيغة التركيبية .

(ب) لاتوجد ذرة هيدروجين رابعية ولاذرة كاربون خامسية ؟ ج / ذكر سابقاً

(جـ) تزداد درجة غليان الالكان بزيادة الكتلة المولية ؟

ج / لانه بازدياد الكتلة المولية للالكانات ذات السلسلة المستمرة تزداد المساحات السطحية وتصغر المسافات البينية بين الجزيئات وبذلك يكبر تاثير قوى فاندرفالز الجزيئية التي تؤدي الى زيادة التجاذب مما يؤدي الى زيادة درجة الغليان .

(د) الالكانات لاتذوب في الماء ؟ ج / لاتذوب في الماء لانها مركبات عضوية غير قطبية والماء مذيب قطبي .

(هـ) الالكانات مركبات غير فعالة ؟

ج / لكونها مركبات مشبعة جميع اواصرها مفردة وقوية وتحتاج الى طاقة كبيرة لكسرها .

(و) عند اضافة HBr الى البروبين يتكون 2 – برومو بروبان وليس 1- برومو بروبان ؟

ج / راجع تمرين (4 – 12) .

(ز) عملية اضافة حامض الكبريتيك المركز الى الالكين ثم التحلل المائي للناتج مهمة تجاريا ومهمة صناعيا ؟

ج / راجع اهمية هذا التفاعل .

(ح) يتفاعل كاشف تولن مع 1- بيوتاين ولايتفاعل مع 2- بيوتاين ؟

ج / لان 1- بيوتاين يحتوي على ذرة هيدروجين (H) طرفية حامضية (فعالة) حيث يتكون راسب ابيض من استيليد الفضة ولايتفاعل مع 2- بيوتاين لانه لا يحتوي على ذرة H حامضية طرفية .

س13/ كيف يمكنك اختيار طريقة تحضير واحدة لكل مما ياتي : البروبان ، البروبين ، البروباين؟

ج / تحضير البروبان بطريقة كاشف كرينيارد

$$CH_3CH_2Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2MgCl$$

كلوريد المغنيسيوم الاثيلي

$$CH_3CH_2MgCl + CH_3Cl \longrightarrow CH_3CH_2CH_3 + MgCl_2$$

كلوريد المثيل — بروبان

تحضير البروبين من سحب جزيئة هاليد الهيدروجين (HCl)من هاليد الالكيل (2- كلورو بروبان)

$$\underset{\substack{|\\ H}}{CH_2} - \underset{\substack{|\\ Cl}}{CH} - CH_3 + K^+ OH^- \xrightarrow[\Delta]{\text{كحولي}} CH_2 = CH - CH_3 + KCl + H_2O$$

بروبين

تحضير البروباين من غاز الاستيلين

$$CH \equiv CH + Na \longrightarrow CH \equiv C^{-}Na^{+} + \frac{1}{2}H_2$$

$$\underset{\text{استيليد الصوديوم}}{CH \equiv C^{-}Na^{+}} + CH_3I \longrightarrow \underset{\text{بروباين}}{CH \equiv C - CH_3} + NaI$$

س14/ ابتداء من كلوريد الاثيل وماتحتاج اليه كيف يمكنك تحضير :

(أ) الايثان (ب) الاثيلين . وكيف تميز بينهما عمليا في المختبر .

ج / (أ)

$$\underset{\text{كلوريد الاثيل}}{CH_3CH_2Cl} + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} \underset{\text{كلوريد المغنيسيوم الاثيلي (كاشف كرنيارد)}}{CH_3CH_2MgCl}$$

$$CH_3CH_2MgCl + H-OH \longrightarrow \boxed{\underset{\text{ايثان}}{CH_3 - CH_3}} + Mg(OH)Cl$$

ج / (ب)

$$CH_2 - CH_2 (H)(Cl) + K^{+}OH^{-} \xrightarrow[\Delta]{\text{كحولي}} \boxed{\underset{\text{اثيلين}}{CH_2 = CH_2}} + KCl + H_2O$$

للتميز بينهما : (لا تفاعل)

$$\underset{\text{ايثان}}{CH_3 - CH_3} + \underset{\text{بروم (احمر)}}{Br_2} \xrightarrow[\text{مذيب}]{CCl_4} N.R$$

$$\underset{\text{أثيلين}}{CH_2 = CH_2} + \underset{\text{احمر}}{Br_2} \xrightarrow{CCl_4} \underset{\text{1 ، 2 ـ ثنائي برومو ايثان عديم اللون}}{CH_2(Br) - CH_2(Br)}$$

س15/ ابتداء من كاربيد الكالسيوم وما تحتاج اليه كيف يمكنك تحضير :

(أ) البروباين (ب) 2- بيوتاين . وكيف تميز بينهما عمليا ؟

ج / (أ)

$$\underset{\text{كاربيد الكالسيوم}}{CaC_2} + 2H_2O \longrightarrow \underset{\text{استيلين}}{H - C \equiv C - H} + Ca(OH)_2$$

$$H - C \equiv C - H + \underset{\text{صوديوم}}{Na} \rightarrow \underset{\text{استيليد الصوديوم}}{H - C \equiv C^{-}Na^{+}} + \frac{1}{2}H_2 \xrightarrow[\text{يوديد المثيل}]{CH_3I} \boxed{\underset{\text{بروباين}}{CH_3 - C \equiv C - H}} + NaI$$

ج / (ب)

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow H - C \equiv C - H + Ca(OH)_2$$

$$H - C \equiv C - H + 2Na \longrightarrow Na^{+}C^{-} \equiv C^{-}Na^{+} + H_2$$

$$Na^{+}C^{-} \equiv C^{-}Na^{+} + 2CH_3I \longrightarrow \boxed{\underset{\text{2- بيوتاين}}{CH_3 - C \equiv C - CH_3}} + 2NaI$$

للتميز بينهما: نستخدم كاشف تولن حيث يتفاعل البروباين لانه يحتوي على ذرة هيدروجين حامضية فعالة ويعطي راسب ابيض في حين لا يتفاعل كاشف تولن مع 2- بيوتاين كما في المعادلتين:

$$\underset{\text{بروباين}}{CH_3-C\equiv C-H} + \underset{\text{كاشف تولن (هيدروكسيد الفضة الامونياكي)}}{Ag(NH_3)_2OH} \longrightarrow \underset{\text{راسب ابيض}}{CH_3-C\equiv C^-Ag^+\downarrow} + 2NH_3 + H_2O$$

$$\underset{\text{2- بيوتاين}}{CH_3-C\equiv C-CH_3} + Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow N.R$$ (لا تفاعل)

س16/ عبر عن التفاعلات الاتية بصيغ تركيبية :

(1) اضافة بروميد الهيدروجين الى البروبين

ج/

$$\underset{\text{بروبين}}{CH_2=CH-CH_3} + HBr \xrightarrow[\text{ماركوفنيكوف}]{\text{اضافة}} \underset{\text{2 - بروموبروبان}}{CH_3-CHBr-CH_3}$$

(2) سحب HCl من كلوريد الاثيل بواسطة KOH الكحولي مع التسخين

ج/

$$CH_3-CH_2Cl + \overset{+}{K}\overset{-}{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{كحولي}} \underset{\text{اثيلين}}{CH_2=CH_2} + KCl + H_2O$$

(3) سحب الماء من كحول الاثيل بواسطة حامض الكبريتيك المركز مع التسخين الى 165°C

ج/

$$CH_3-CH_2OH \xrightarrow[165°C]{H_2SO_4} \underset{\text{اثيلين}}{CH_2=CH_2} + H_2O$$

(4) اكسدة الاثيلين بواسطة برمنكنات البوتاسيوم المركز الساخن

ج/

$$CH_2=CH_2 + 4KMnO_4 \longrightarrow 2CO_2 + 4KOH + \underset{\text{بني غامق}}{4MnO_2\downarrow}$$

(5) تفاعل استيليد الصوديوم مع 2ـ كلورو بروبان

ج/

$$H-C\equiv C^-Na^+ + \underset{\text{2 - كلوروبروبان}}{Cl-CH(CH_3)-CH_3} \longrightarrow \underset{\text{3 - مثيل - 1 - بيوتاين}}{H-C\equiv C-CH(CH_3)-CH_3} + NaCl$$

س17/ اختر الجواب الصحيح لكل مما ياتي :

(1) الالكانات :

(أ) دائماً غازات (ب) تذوب في الماء (جـ) تحتوي على اواصر تساهمية مفردة

(2) اي الجزيئات الاتية ينطبق عليها القانون العام للالكينات :

(أ) C_3H_8 (ب) C_3H_6 (جـ) C_3H_4

(3) اي الكواشف الاتية تستخدم للتمييز بين غاز الاثيلين والايثان :

(أ) ماء البروم الاحمر (ب) ماء الجير (جـ) محلول نترات الفضة

س18/ اي من الجزيئات الاتية الكان ؟

(أ) $C_{15}H_{32}$ (ب) $C_{20}H_{38}$ (جـ) C_9H_{20}

س19 / ما الصيغة الجزيئية لالكين يتكون من 4 ذرات كاربون ؟

ج / حسب القانون العام للالكينات C_nH_{2n}

اذن الصيغة الجزيئية هي C_4H_8 (بيوتين)

س20/ ان عدد الاواصر التساهمية في الصيغة الجزيئية للاستيلين ($H-C\equiv C-H$) يساوي

(أ) 3 (ب) 2 (جـ) 5

س21/ اكتب معادلة تمثل تفاعل اضافة تامة للهيدروجين الى 2- بيوتاين بوجود العامل المساعد ؟

ج /

$$CH_3 - C\equiv C - CH_3 \xrightarrow[2H_2]{Ni} \boxed{CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3}$$

2- بيوتاين — بيوتان

الفصل الخامس

الكيمياء النووية Nuclear Chemistry

تكون الكون الذي نعيش فيه نتيجة مايسمى بالانفجار العظيم (Big Bang) حيث نتجت كمية كبيرة من الطاقة يصعب تقديرها واعداد هائلة من الجسيمات الدقيقة (البروتونات والنيوترونات والالكترونات) والتي تكونت منها العناصر المختلفة حيث كانت المادة تاخذ شكل البلازما .

البلازما / وهو الشكل الذي يمثل الحالة الرابعة للمادة وهي بحر من النوى الموجبة والالكترونات السالبة

العنصر / وهو المادة التي تتالف من ذرات متشابهة مثل H ، Na ، O . . .

الذرة (Atom) / هي جسيمات صغيرة جداً تتكون منها العناصر وتتالف من جسيمات اساسية هي النواة والالكترونات

النواة Nucleus وهي عبارة عن جسم متناهي في الصغر مشحون بشحنة موجبة تتركز فيها معظم كتلة الذرة والتي تكون اكبر بكثير من كتلة الالكترونات وتتكون من البروتونات الموجبة (P^+) والنيوترونات المتعادلة الشحنة (n°)

الالكترونات (Electrons) :

وهي جسيمات صغيرة جداً تدور حول النواة بسرعة كبيرة تحمل شحنة كهربائية سالبة ويرمز له (e^-).

البروتونات / وهي جسيمات نووية تقع داخل نواة الذرة وتكون موجبة الشحنة ويرمز لها (P^+)

النيوترونات/ وهي جسيمات نووية توجد داخل النواة متعادلة الشحنة اي شحنتها الكهربائية تساوي صفر ويرمز لها (n°)

النوية / وهي مصطلح يطلق على الجسيم داخل النواة وهو البروتون او النيوترون اي ان كل بروتون او نيوترون يمثل نوية .

العدد الذري Atomic number/

وهو عدد البروتونات في نواة الذرة ويرمز له (Z) وتساوي ايضاً عدد الالكترونات في الذرة (المتعادلة الشحنة) .

عدد الكتلة / وهو مجموع عدد البروتونات والنيوترونات ويرمز له A ويمثل عدد النويات في النواة اي ان

عدد النويات =عدد الكتلة = عدد البروتونات (العدد الذري) + عدد النيوترونات

ولاستخراج عدد النيوترونات N العدد الذري $N = A - Z$ عدد الكتلة

رمز العنصر ⟵ $^{A}_{Z}X$ (A ← عدد الكتلة ، Z ← العدد الذري)

تمرين (5-1)

ادرس رموز العناصر الاتية ، ثم اجب عن الاسئلة التي تليها : $^{23}_{11}Na$ ، $^{12}_{6}C$ ، $^{31}_{15}P$

(1) ماذا يمثل الرقم السفلي على يسار رمز كل عنصر؟ ج / يمثل العدد الذري للعنصر .

(2) ماذا يمثل الرقم العلوي على يسار رمز كل عنصر؟ ج / يمثل عدد الكتلة (عدد النويات) .

(3) اوجد عدد النيوترونات N لكل عنصر ؟

ج/ ← N = A - Z

عدد نيوترونات P   N= 31 - 15 = 16

عدد نيوترونات C   N= 12 - 6 = 6

عدد نيوترونات Na   N= 23 - 11 = 12

س/ علل مایاتي :

(1) تكون الذرة متعادلة كهربائيا ؟

ج / لان عدد الشحنات الموجبة للنواة يساوي عدد الشحنات السالبة للالكترونات .

(2) النواة موجبة الشحنة ؟

ج/ بسبب وجود البروتونات الموجبة الشحنة (P^+) بالرغم من وجود النيوترونات حيث تكون متعادلة الشحنة (n°)

النظائر Isotopes

هي ذرات العنصر الواحد المختلفة في عدد الكتلة (مختلفة في خواصها النووية) والمشتركة في نفس العدد الذري حيث تحتوي في نواتها على نفس العدد من البروتونات والالكترونات (متماثلة في خواصها الكيميائية) وتختلف في عدد النيوترونات ، وتختلف نظائر العنصر الواحد في نسب وفرتها في الطبيعة .

امثلة / (1) يوجد لعنصر الهيدروجين ثلاثة نظائر في الطبيعة هي :

الاول : الهيدروجين الاعتيادي(بروتيوم) $^{1}_{1}H$ (يحتوي 1بروتون)

الثاني : الهيدروجين الثقيل او الديوتيريوم $^{2}_{1}D$ أو $^{2}_{1}H$ (يحتوي بروتون ونيوترون) .

الثالث : الهيدروجين الاثقل او التريتيوم $^{3}_{1}T$ أو $^{3}_{1}H$ (يحتوي بروتون ونيوترونين) .

(2) يوجد لليورانيوم ثلاثة نظائر هي $^{236}_{92}U$ $^{235}_{92}U$ $^{234}_{92}U$

النويدة/ هي نواة النظير الواحد للعنصر .

ملاحظات/

(*) ان نويدات النظير الواحد للعنصر متساوية باعداد كتلها مثل نويدات$^{1}_{1}H$. اما نويدات العنصر الواحد فتختلف في اعداد كتلها مثل نظائر عنصر الهيدروجين ($^{1}_{1}H$و$^{2}_{1}H$و$^{3}_{1}H$) .

(*) توجد في الطبيعة نظائر لبعض العناصر والبعض الاخر ليس له نظائر .

(*) يوجد بين كل 6000جزيء ماء عادي H_2O جزيء واحد فقط على هيئة D_2O (ماء ثقيل)

(*) تعني كلمة نظير (المكان نفسه) اي ان لها نفس المكان في الجدول الدوري .

س/ كيف يتم الحصول على الماء الثقيل D_2O ؟ /س 21 /اسئلة الفصل/

ج / باستخدام التحليل الكهربائي للماء العادي H_2O حيث يتحرر الهيدروجين العادي من الماء بسهولة اكثر من الهيدروجين الثقيل وباستمرار التحليل الكهربائي للماء يزداد تركيز D_2O وبذلك نحصل على الماء الثقيل والذي يستخدم كمهدئ للمفاعلات النووية لتوليد الطاقة الكهربائية .

س/ علل ماياتي :

(1) تتماثل نظائر العنصر الواحد في خواصها الكيميائية ؟

ج / لان النظائر لها نفس العدد من البروتونات ونفس العدد من الالكترونات وعدد الالكترونات هو الذي يحدد الخواص الكيميائية للذرة مما يؤدي الى تشابه النظائر في الخواص الكيميائية .

(2) تختلف نظائر العنصر الواحد في خواصها النووية ؟

ج / بسبب اختلافها في عدد الكتلة اي مجموع عدد النيوترونات وعدد البروتونات لانهما المحددان للخواص النووية للنواة .

الوفرة الطبيعية النسبية للنظير :

وهي نسبة ماموجود من ذلك النظير لعنصر معين الى ماموجود من العنصر في الطبيعة . حيث تتوافر معظم العناصر بشكل خليط من نظيرين او اكثر في الطبيعة .

مثال / الوفرة الطبيعية النسبية لنظير الهيدروجين $^{1}_{1}H$ هي (99.984%) و $^{2}_{1}H$ (0.015%)

و $^{3}_{1}H$ نادر جدا (مشع) .

بينما هناك عناصر مثل الفلور والصوديوم والفسفور تكون الوفرة الطبيعية النسبية 100% لان هذه العناصر لايوجد لها نظائر .

الكتلة الذرية للعنصر :

وهي تعبر عن متوسط اعداد الكتلة لنظائر العنصر الواحد مضروباً في وفرتها النسبية في الطبيعة وتقاس بوحدة كتلة ذرية (وكذ) حيث ان (1) وكذ = $1.66 \times 10^{-24} g$

لحساب الكتلة الذرية من نسب الوفرة الطبيعية لنظائر العنصر الواحد نستخدم العلاقة الاتية :

الكتلة الذرية للعنصر =	(كتلة النظير الاول × وفرته النسبية + كتلة النظير الثاني × وفرته النسبية + ...) / 100

مثال / يشكل ^{35}Cl نسبة 75.53% من مجموع الكلور في الطبيعة اما الكلور ^{37}Cl فيشكل مانسبته 24.47%.

احسب الكتلة الذرية للكلور .

الكتلة الذرية للكلور = (كتلة النظير الاول (^{35}Cl) × وفرته النسبية + كتلة النظير الثاني (^{37}Cl) × وفرته النسبية) / 100

$$= \frac{(34.9689 \times 75.53) + (36.9659 \times 24.47)}{100} = \boxed{35.4576\ amu}$$ (وكذ)

ملاحظة/ سمي النظير بعدد كتلته مثلا ^{35}Cl يسمى نظير الكلور 35

تمرين (5 -2)

احسب الكتلة الذرية للبورون B المتوافر في الطبيعة بنسبة 18.8% ^{10}B و81.2% ^{11}B

ج/

$$\text{الكتلة الذرية للبورون B} = \frac{\text{كتلة النظير الاول } (^{10}B) \times \text{وفرته النسبية} + \text{كتلة النظير الثاني } (^{11}B) \times \text{وفرته النسبية}}{100}$$

$$= \frac{(10 \times 18.8) + (11 \times 81.2)}{100} = \boxed{10.812\ \text{amu}}$$

علل / اختيار نظير الكاربون $^{12}_{6}C$ كذرة قياسية في اغلب التطبيقات ومنها قياس الكتلة الذرية لباقي العناصر ؟

ج / لان كتلتها المكونة من 12 وحدة احتسبت بدقة شديدة باستخدام اجهزة دقيقة ومنها مطياف الكتلة فتم قياس باقي العناصر بنسبة (متوسط كتلة الذرة) الى $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة نظير الكاربون $^{12}_{6}C$.

س/ ما اهمية (تطبيقات) النظائر في مجال الطب والمجال الصناعي والمجال الزراعي ؟

ج / في مجال الطب :

(1) يستخدم نظير الكوبلت (^{60}Co) في معالجة الاورام السرطانية .

(2) يستخدم نظير اليود (^{131}I) في معالجة تضخم الغدة الدرقية .

(3) استخدام نظائر اليورانيوم $^{238}_{92}U$ و $^{235}_{92}U$ والثوريوم $^{232}_{90}Th$ لمعرفة وتقدير اعمار الصخور والنيازك والمتحجرات وتستعمل النظائر المشعة في المجال الصناعي

① في صناعة اجهزة السيطرة كاجهزة قياس سمك الصفائح او تدفق السوائل والغازات.

② تستعمل في تشخيص مواقع تسرب السوائل والغازات الخطرة في الخزانات والانابيب وتسرب مياه الشرب تحت الارض دون حفرها.

في المجال الزراعي : تستخدم النظائر المشعة في ابحاث خصوبة التربة والاسمدة .

حجم وكتلة النواة

(1) يبلغ قطر الذرة $\frac{1}{100000000}$ من السنتمتر .

(2) يبلغ حجم النواة $\frac{1}{10000}$ من حجم الذرة وتعتبر مركز ثقل الذرة ومخزن طاقتها .

(3) يمكن تشبيه الذرة بالمجموعة الشمسية فالشمس تمثل النواة والكواكب التي تدور في مدارات حولها تمثل الالكترونات وهذه الكواكب تبعد عن الشمس بمسافات بعيدة نسبياً ولكنها ترتبط بالشمس بفعل قانون الجاذبية وهكذا فان الالكترونات تنجذب نحو نواة الذرة بفعل قوى التجاذب .

الجسيم	رمزه	نوع الشحنة	الكتلة (غم)
الالكترون	e^-	-1	9.11×10^{-28}
البروتون	P^+	+1	1.672×10^{-24}
النيوترون	n°	O متعادل	1.674×10^{-24}

الاستقرار النووي

النظائر غير المشعة تكون مستقرة اما النظائر المشعة فهي غير مستقرة

س/ **ماسبب استقرارية وعدم استقرارية نوى النظائر . وضح ذلك ؟**

ج / السبب هو قيمة نسبة عدد النيوترونات الى عدد البروتونات $\left(\frac{n^\circ}{p^+}\right)$ في نواة النظير حيث تكون النسبة 1:1اي تساوي الواحد الصحيح في حالة النوى المستقرة اما في النوى غير المستقرة فتكون النسبة اكبر من الواحد الصحيح (عدد n اكبر). ونوى الذرات الاكثر استقراراً هي التي تمتلك اعداد ذرية صغيرة والتي تقارب فيها النسبة $\left(\frac{n^\circ}{p^+}\right)$ من الواحد الصحيح .

(☆) **ان القوى المؤثرة الموجودة في النواة هي قوى التنافر الكهربائية المتولدة بين البروتونات(P^+) وقوى التجاذب النووية التي تربط النيوترونات بالبروتونات.**

قوى التجاذب النووية / **هي قوى التجاذب التي تؤثر على (تربط) البروتونات والنيوترونات في نواة الذرة وبشكل متماثل وتعتبر اقوى القوى في الطبيعة .**

(☆) **ان اغلب النويات المستقرة تتكون من عدد زوجي من البروتونات او النيوترونات او من كليهما حيث يكون العدد الذري او عدد الكتلة لها يساوي الاعداد (2 , 8 , 20 , 28 , 50 , 82 , 126)**

علل/ **وجود البروتونات الموجبة الشحنة ضمن النواة دون ان تتنافر ؟** /س 24-5 اسئلة الفصل/

ج / بسبب وجود طاقة الارتباط النووية التي تحافظ على وجود البروتونات داخل النواة دون ان تتنافر

طاقة الارتباط النووية Binding Energy

وهي الطاقة اللازمة للتغلب على التنافر بين البروتونات الموجبة للمحافظة على النويات سوية داخل النواة ضمن حجمها الصغير جداً جداً .

(☆) **ان كتلة ذرة نظير مستقر الناتجة من مجموع كتل مكونات نواتها (البرتونات والنيوترونات) (الحساب النظري) تكون دائماً اكبر من كتلتها الفعلية وهذا يعني وجود فرق في الكتلة للنواة. وسبب الفرق في الكتلة (الكتلة المفقودة) هو تحولها الى طاقة يمكن حسابها من معادلة اينشتاين ($E = mC^2$)**

حيث ان E تمثل الطاقة (طاقة الارتباط النووية) .

m تمثل كتلة المادة (الكتلة المفقودة)

C سرعة الضوء تساوي (3×10^8 m/s)

مثال / احسب الفرق في كتلة نواة الهيليوم المقاسة عن الكتلة الفعلية البالغة (amu) 4.00151

ج / كتلة البروتون $P^+ = 1.00728$ amu

كتلة النيوترون $n^\circ = 1.00866$ amu

ولحساب كتلة نواة الهليوم التي تتالف من بروتونين ونيوترونين $({}^{4}_{2}He)$.

مجموع كتل بروتونات = عدد البروتونات × كتلة البروتون الواحد

كتلة بروتونين $= 2 \times 1.00728 = 2.01456$ amu

مجموع كتل نيوترونات = عدد النيوترونات × كتلة النيوترون الواحد

كتلة نيوترونين $= 2 \times 1.00866 = 2.01732$ amu

مجموع كتل البروتونات والنيوترونات

$2.01456 + 2.01732 = 4.03188$ amu (كتلة نواة الهليوم النظرية)

∴ الفرق بين الكتلة النظرية والفعلية هي $4.03188 - 4.00151 = 0.03037$ amu

---

مثال/ اذا علمت ان فرق الكتلة المقاسة (النظرية) عن الفعلية لنواة الهيليوم هي 0.03037amu

احسب طاقة الارتباط النووية لنواة الهيليوم علما ان سرعة الضوء $C = 3 \times 10^{8}$ m/s

ج / نحول الكتلة من وحدة amu الى kg

$$m = 0.03037\,(amu) \times \frac{1.66 \times 10^{-27}\,(Kg)}{1\,amu} \; 0.050414 \times 10^{-27}\,Kg$$

نستخدم معادلة انشتاين لحساب طاقة الارتباط

$$E = mc^2 = 0.050414 \times 10^{-27}\,(Kg) \times (3 \times 10^{8}\,m/s)^2 = 0.454 \times 10^{-11}\,(Kg.m^2/s^2)$$

وبما ان الجول (J) يساوي ($Kg \,.\, m^2/S^2$) فعلية $E = 0.454 \times 10^{-11}$ J

تمرين (5 -3)

احسب طاقة الارتباط النووية لنواة عنصر الرصاص التي تمتلك 82بروتونا و125نيوترونا . علما ان كتلة البروتون 1.00728 amu وكتلة النيوترون 1.00866 amu والكتلة الذرية للرصاص 207.2 amu ؟

ج / كتلة البروتونات لنواة الرصاص= $82 \times 1.00728 = 82.59696$ amu

كتلة النيوترونات لنواة الرصاص= $125 \times 1.00866 = 126.0825$ amu

ومجموع كتل البروتونات والنيوترونات= $82.59696 + 126.0825 = 208.67946$ amu

(كتلة نواة الرصاص الحسابية)

الفرق بين الكتلة الحسابية (المقاسة) والكتلة الفعلية يمثل (**الكتلة المفقودة**)

207.2 (amu) - 208.67946 (amu) =

1.5 amu = 207.2 (amu) - 208.7 (amu) =

ولحساب طاقة الارتباط النووية لنواة الرصاص : نحول الكتلة من وحدة amu الى Kg

$$m_{(Kg)} = 1.5\ (amu) \times \frac{1.66\times10^{-27}\ (Kg)}{1\ (amu)} = \boxed{2.49\times10^{-27}\ (Kg)}$$

معادلة انشتاين $E=mc^2 = 2.49\times10^{-27}\ (Kg)\times(3\times10^{8} m/s)^2$

طاقة الارتباط النووية $=22.41\times10^{-11}\ Kg.m^2/s^2 = \boxed{22.41\times10^{-11}\ J}$

النشاط الاشعاعي (Radio activity)

وهو عملية تتحول فيها نوى احد العناصر بانبعاث الاشعاعات النووية ذات طاقة عالية الى نوى لعناصر جديدة اكثر استقراراً ، مثل نواة ذرة نظير اليورانيوم غير المستقرة(مشعة).

(☆) **سميت وحدة النشاط الاشعاعي بـ (الكوري) تقديراً لمدام كوري التي أكتشفت مع زوجها عنصري (الراديوم والبولونيوم) .**

النظائر المستقرة / وهي النظائر التي نوياتها تكون مستقرة (ثابتة) .

النظائر غير المستقرة / و هي النظائر التي نوياتها تكون غير ثابتة والتي لها القدرة على النشاط الاشعاعي .

الانحلال الاشعاعي /

عملية انحلال تلقائي للنواة المشعة تتحول بموجبها هذه النواة الى نواة اخف نسبياً مع اطلاق جسيمات مثل الفا وبيتا او اشعة كهرومغناطيسية مثل اشعة كاما او كلتيهما مثل انحلال نواة نظير $^{235}_{92}U$.

تعتمد سرعة انحلال النواة على :

1- مكوناتها

2- مستوى طاقة النواة .

الاشعاع النووي / هي الجسيمات التي تطلقها النواة خلال الانحلال الاشعاعي كالنيوترونات والالكترونات .

(☆) **هناك ثلاثة انواع من الاشعاعات المؤينة تختلف في القابلية على اختراق المواد هي اشعة (الفا α وبيتا β وكاما γ)**

(1) دقائق الفا α :

وهي دقائق موجبة الشحنة وتتالف كل دقيقة من بروتونين ونيوترونين فهي تمثل نواة ذرة الهيليوم يرمز لها $\propto$ او ^4_2He وهي اثقل انواع الاشعة تمتلك شحنتين موجبتين (2+)ولها سرعة تساوي 10% من سرعة الضوء .

خواص اشعة الفا :

(1) شدة تاثيرها كبير على المواد حيث تعمل عند اصطدامها بالمواد على ازاحة الكترونات المادة مما يؤدي الى تأينها

(2) مدى تاثيرها على المواد قصير جداً سرعان ما يتحد مع دقائقها الكترونين من الالكترونات المزاحة نتيجة تاين المادة فتتحول الى ذرة غاز الهيليوم حسب معادلة التفاعل الاتي:

$$^4_2He^{+2}(\alpha) + 2e^- \longrightarrow {}^4_2He$$

دقيقة الفا — ذرة غاز الهيليوم

مثال/ ينحل نظير اليورانيوم $^{238}_{92}U$ نتيجة النشاط الاشعاعي فيتحول الى نظير الثوريوم $^{234}_{90}Th$ باعثا دقيقة الفا

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^4_2He_{(\alpha)}$$

اليورانيوم — الثوريوم — دقيقة الفا

(2) دقائق بيتا β^- :

هي عبارة عن سيل من الالكترونات تتميز بمدى اكبر لاختراق المواد قياساً باشعة الفا ويرمز لها ايضاً $^0_{-1}e$ حيث ان العدد الكتلي للالكترونات = صفر والعدد الذري (1-)وتمتلك شحنة سالبة واحدة ولها سرعة تمثل 90% من سرعة الضوء

مثال / تنبعث دقائق بيتا من النيوترون اضافة لتكون بروتون $^1_0n \longrightarrow {}^1_1P + {}^0_{-1}e$

مثال / تنبعث دقائق بيتا من انحلال نظير الكاربون $^{14}_6C$ الى نظير النتروجين $^{14}_7N$.

$$^{14}_6C \longrightarrow {}^{14}_7N + {}^0_{-1}e$$

النتروجين — دقيقة بيتا

$^{14}_6C$ → $^0_{-1}e$ ، $^{14}_7N$

ملاحظة / عند انبعاث اشعة β ($^0_{-1}e$) يزداد العدد الذري للنظير المتكون بمقدار واحد عن العدد الذري للنظير المنحل مع بقاء العدد الكتلي دون تغير .

علل / تتميز دقائق بيتا بمدى اكبر لاختراق المواد قياسا باشعة الفا ؟

ج / لان حجم الالكترون صغير جداً قياساً الى حجم دقيقة الفا مما يمكنه من النفوذ الى مدى اكبر عبر مدارات الكترونات ذرة المادة .

(3) اشعة كاما γ:

وهي موجات كهرومغناطيسية عديمة الشحنة ($^{0}_{0}\gamma$) ذات طاقة عالية تنبعث من النواة عند انحلالها وتكون ذات سرعة عالية جداً تساوي سرعة الضوء ، وهي اقوى انواع الاشعة تاثيراً واكثرها قدرة على اختراق المواد والمرور فيها الى مدى اكبر من دقائق الفا وبيتا لذلك تعتبر اخطر انواع الاشعاعات ، والعدد الكتلي والذري لها = صفر

مثال / المعادلة التالية تبين انحلال نظير اليورانيوم $^{238}_{92}U$ بانبعاث اشعة كاما والفا وتكون نظير الثوريوم

$$^{238}_{92}U \longrightarrow\ ^{234}_{90}Th +\ ^{4}_{2}He +\ ^{0}_{0}\gamma$$

اشعة كاما

س/ ماتاثير المجال المغناطيسي والكهربائي على أشعة γ , β , α عند امرارها فيهما ؟

ج/ 1- تنحرف اشعة الفا α مقتربة من الصفيحة السالبة لانها موجبة الشحنة (2+)وكتلتها كبيرة

2- تنحرف اشعة بيتا β انحرافاً كبيراً مقتربة من الصفيحة الموجبة لانها سالبة الشحنة (1-) وكتلتها صغيرة .

3- لاتنحرف (**لاتتاثر**) اشعة كاما γ في المجال الكهربائي والمغناطيسي لانها عديمة الشحنة .

س/ كيف يمكن ايقاف مسار انواع الانحلال الاشعاعي من المصدر المشع ؟

ج/ 1- يمكن ايقاف مسار اشعة (دقائق) الفا بواسطة قطعة رقيقة من الورق او الملابس .

2- يمكن ايقاف دقائق بيتا بواسطة حاجز من الخشب او الالمنيوم .

3- لايمكن ايقاف اشعة كاما ولكن يمكن التقليل من تاثيرها (**اضعاف سريانها**) بواسطة حاجز من الكونكريت او حواجز من الرصاص بسمك 10cm .

س/ ماهي خواص العنصر المشع ؟

ج/ 1- جميع مركباته مشعة .

2- يكون مشعاً في جميع حالاته (صلبة - سائلة - غازية) .

3- نواة العنصر المشع لاتصدر جسيمات الفا وجسيمات بيتا معاً ولكن قد تصدر الفا او بيتا ، وقد يصاحب كلاً منهما انطلاق اشعة كاما .

4- معدل النشاط الاشعاعي لعينة مشعة لايتاثر بالظروف الخارجية من ضغط او درجة حرارة ولكنه يتوقف فقط على نسبة العنصر المشع في لعينة .

5- انبعاث جسيم بيتا او جسيم الفا من نواة العنصر المشع يحولها الى نواة عنصر اخر .

الشدة الاشعاعية / تمثل عدد الانحلالات التي تحدث في الثانية

مثال / عند يقال ان مصدر كوبلت شدته 50ألف بكرل فهذا يعني انه ينحل في هذا المصدر في كل ثانية 50 ألف نواة كوبلت وحدات قياسها البكرل (Bq) .

البكرل (B_q) / هو عبارة عن انحلال واحد في الثانية (1 كوري Ci=37مليون بكرل) .

زمن عمر النصف Half – life time :

وهو الوقت اللازم لانحلال نصف كمية المادة اشعاعياً اي استهلاك نصف ماكان موجوداً اصلاً من نويات المادة المشعة ولكل نظير من نظائر العناصر المختلفة له عمر نصف ثابت طبيعي معروف ويرمز له $t_{1/2}$.

عنصر البنت (الوليدة) / وهي عناصر مستقرة تكونت نتيجة تحلل النظائر المشعة في عدة خطوات (سلسلة متتابعة من التحلل)

عنصر الام / وهي النظائر المشعة الاصلية قبل تحللها وتحولها الى عناصر مستقرة وليدة .

علل / عمر النصف للنظائر قيمة ثابتة طبيعيا لايتغير حسب الوقت ؟

ج/ لان عمر النصف للنظائر يعتمد على خصائص الذرات المكونة لها ولاتؤثر عليه العوامل الخارجية من درجة الحرارة والضغط والوسط الكيميائي المتواجد فيه والحقول المغناطيسية والكهربائية .

ملاحظة / لكل نواة مشعة عمر نصف خاص بها والنويات الاكثر استقرار تنحل ببطئ ولها عمر نصف اطول قد يصل الى ملايين السنين اما الاقل استقرار فتنحل بسرعة ويكون لها عمر نصف قصير جداً لايتعدى بضع اجزاء من الثانية .

الكاربون $^{14}_{6}C$	$t_{½}$ = 5730سنة	اليورانيوم $^{238}_{92}U$	$t_{½}$ = 4.46×10^9سنة
البوتاسيوم $^{40}_{19}K$	$t_{½}$ = 1.3×10^9سنة	البولونيوم $^{218}_{84}P_o$	$t_{½}$ = 3دقائق
الاستاتين $^{218}_{85}At$	$t_{½}$ = 1.6 ثانية		

الاورام السرطانية /

وهي تغير في تركيب الخلايا حيث يؤدي الى انقسام سريع وتلف الخلايا عند تعرضها للاشعاع لفترة طويلة .

علل / لنظير $^{14}_{6}C$ المشع انحلال ثابت وتبقى كمياته ثابتة ايضا ؟

ج / بسبب تاثير الاشعة الكونية على النتروجين $^{14}_{7}N$ الموجود في الجو الذي ينحل ليكون $^{14}_{6}C$.

س/ كيف يمكن ايجاد مخلفات اخشاب الاشجار المقطوعة او رفات الاموات او المتحجرات ؟

ج/ تحرق عينة منها لتكوين غاز CO_2 وتحسب نسبة $^{14}_{6}C$ المشع الى $^{12}_{6}C$ ومن هذه النسبة وبحسابات خاصة تقدر اعمارها

* **لحساب كمية المادة المشعة المتبقية (N_t) نستخدم العلاقة الاتية :**

$$N_t = \frac{N_o}{2^{(t/t_{1/2})}}$$

حيث No : الكمية الابتدائية للمادة المشعة

T: فترة زمنية (تمثل زمن اعمار النصف او حاصل ضرب عمر النصف بعدد اعمار النصف) .

$t_{1/2}$: زمن عمر النصف .

من العلاقة الاتية يمكن حساب زمن اعمار النصف (الزمن الكلي) :

زمن اعمار النصف (t) = عمر النصف($t_{1/2}$) × عدد اعمار النصف(عدد التحولات)

اي ان (عدد اعمار النصف(عدد التحولات) = $\frac{t}{t_{1/2}}$) .

مثال / لنظير الكاربون $^{14}_{6}C$ الذي يتحلل تلقائيا باعثا دقائق بيتا عمر نصف ($t_{1/2}$)قدره 5730 سنة ، مبتدأ بكتلة (2×10^{-2} g) من النظير . اوجد :

(1) كم الفترة الزمنية لثلاثة اعمار نصف .

(2) كم عدد الغرامات المتبقية من النظير بعد مرور ثلاثة اعمار نصف .

ج / (1) يتم حساب زمن اعمار النصف الثلاثة من العلاقة الاتية :

زمن اعمار النصف (t) = عمر النصف($t_{1/2}$) × عدد اعمار النصف

= 5730سنة × 3= 17190سنة

(2) لايجاد كمية النظير المتبقية بعد مرور ثلاثة اعمار النصف (t = 17190 سنة)

نطبق العلاقة

$$N_t = \frac{N_o}{2^{\left(t/t_{1/2}\right)}} = \frac{2\times10^{-2}\ (g)}{2^{\left(17190/5730\right)}}$$

$$= \frac{2\times10^{-2}\ (g)}{2^3} = \frac{2\times10^{-2}\ (g)}{2\times2\times2} = 0.25\times10^{-2}\ (g)$$

تمرين (5-4)

① لنظير المنغنيز ^{56}Mn والذي يتحلل فيعطي دقائق بيتا عمر نصف قدره 2.6ساعة ماهي كتلة المنغنيز 56 المتبقية في نموذج g 1 بعد نهاية 10.4ساعة ؟

ج / $N_t = \frac{N_o}{2^{(t/t_{1/2})}} = \frac{1\ (g)}{2^{(10.4/2.6)}} = \frac{1\ (g)}{2^4} = \boxed{0.0625\ g}$

② لنظير الفسفور ^{32}P عمر نصف مقداره 14.3يوما ماكتلة نظير الفسفور 32المتبقية بعد 57.2يوما اذا ابتدأت بـ(4g) من النظير؟

ج / كتلة نظير الفسفور 32 المتبقية $N_t = \frac{N_o}{2^{(t/t_{1/2})}} = \frac{4\ (g)}{2^{(57.2/14.3)}} = \frac{4\ (g)}{2^4} = \frac{1}{4} = \boxed{0.25\ g}$

المعادلات النووية NuClear Equations :

وهي معادلات تعبر عن التفاعلات النووية مشابهة للمعادلات الكيميائية الحسابية .

مثال / يمكن التعبير عن تفاعل انبعاث اشعة الفا من نظير اليورانيوم $^{238}_{92}U$ وتكوين نظير الثوريوم $^{234}_{90}Th$ بالمعادلة النووية الاتية :

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

اليورانيوم ← الثوريوم + دقيقة الفا

في المعادلات النووية يجب ملاحظة مايلي :

(1) (ان يكون المجموع الجبري للاعدادالذرية واعداد الكتلة متساوي في طرفي المعادلة) .

(2) تكتب الدقيقة المنبعثة (الناتجة) في الطرف الايمن من المعادلة والدقيقة القاصفة (المتفاعلة) في الطرف الايسر

(☆) الجسيمات القاصفة او المنبعثة في المعادلات النووية .

اسم الجسيم	رمزه وعدده الذري وعدد الكتلة له
نيوترون	$^{1}_{0}n$
بروتون	$^{1}_{1}H\ (P^+)$
الكترون	$^{0}_{-1}e$

اسم الجسيم	رمزه وعدده الذري وعدد الكتلة له
الفا	$^{4}_{2}He\ (\alpha^{+2})$
بيتا	$\beta^-(^{0}_{-1}e)$
كاما	$^{0}_{0}\gamma$

علل / عدد الكتلة للنيوترون يساوي واحد بينما عدده الذري يساوي صفرا ($^{1}_{0}n$)؟

ج / لان النيوترونات دقائق عديمة الشحنة (لاتحتوي على بروتونات P+)

مثال/ جد العدد الذري وعدد الكتلة للعنصر X في المعادلة النووية الاتية : $^{212}_{84}Po \longrightarrow {}^{4}_{2}He + \bullet$

ج / عدد الكتلة لنظير عنصر البولونيوم يساوي 212 والعدد الذري 84 وعندما تنبعث دقيقة الفا ينتج العنصر
• كما في المعادلة اعلاه :

عدد الكتلة للعنصر $\bullet = 212 - 4 = \boxed{208}$

العدد الذري للعنصر $\bullet = 84 - 2 = \boxed{82}$

فالناتج هو $^{212}_{84}Po \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{208}_{82}\bullet$

تمرين (5-5)

(أ) اوجد أسم الجسيم المضاف لنظير $^{22}_{11}Na$ في المعادلة النووية الاتية : $^{22}_{11}Na + \bullet \rightarrow {}^{22}_{10}Ne$

ج / لحساب عدد الكتلة والعدد الذري لجسيم χ

- عدد الكتلة لنظير ^{22}Ne = عدد الكتلة لجسيم χ + عدد الكتلة لنظير ^{22}Na

اذن عدد الكتلة لجسيم $X = 22 - 22 = \boxed{0}$

- العدد الذري لعنصر Ne = العدد الذري لـ χ + العدد الذري لعنصر Na

اذن العدد الذري لـ $\bullet = 10 - 11 = \boxed{-1}$

فالناتج χ هو دقيقة بيتا $({}^{0}_{-1}e)$ فتصبح المعادلة $^{22}_{11}Na + {}^{0}_{-1}\bullet \rightarrow {}^{22}_{10}Ne$

(ب) جد العدد الذري وعدد الكتلة للعنصر χ في المعادلة النووية الاتية : $^{253}_{99}Es + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{1}_{0}\bullet + \bullet$

ج / عدد الكتلة للعنصر χ + عدد الكتلة للنيوترون = عدد الكتلة لدقيقة الفا + عدد الكتلة Es

عدد الكتلة للعنصر χ + 1 = 4 + 253

اذن عدد الكتلة لـ $\bullet = 4 + 253 - 1 = \boxed{256}$

العدد الذري لـ χ + العدد الذري للنيوترون = العدد الذري لـ He + العدد الذري لـ Es

العدد الذري لـ $\bullet = 2 + 99 - 0 = \boxed{101}$

فالناتج هو $^{253}_{99}Es + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{1}_{0}\bullet + {}^{256}_{101}\bullet$

التفاعلات النووية / وهي التغيرات التي تحصل في النواة والتي تؤدي الى تحولها من نوية الى اخرى كما في انحلال نظير اليورانيوم 238 متحولاً الى نظير الثوريوم 234 باعثاً دقيقة الفا .

انواع التفاعلات النووية :

تقسم التفاعلات النووية الى اربعة اقسام وهي :

(1) الانحلال النووي التلقائي (الانحلال الاشعاعي) :

يمثل انحلال انوية العناصر الثقيلة غير المستقرة (الام) تلقائياً الى انوية اخف واكثر استقراراً وينبعث منها دقائق الفا او بيتا او اشعة كاما بالانحلال الاشعاعي .

مثال / تحول نظير اليورانيوم تلقائيا الى نظير الثوريوم واطلاق دقائق الفا .

(2) التفاعل النووي غير التلقائي :

وهي التفاعلات النووية التي تحصل عند قصف النواة بجسيمات او نوى خفيفة

امثلة / ① قصف نواة بنيوترون (انبعاث بروتون H^+)

$${}^{35}_{17}Cl + {}^{1}_{0}\bullet \longrightarrow {}^{35}_{16}\bullet + {}^{1}_{1}\bullet$$

② قصف نواة بدقيقة الفا

$${}^{4}_{2}He + {}^{14}_{7}\bullet \longrightarrow {}^{18}_{9}\bullet \longrightarrow {}^{17}_{8}\bullet + {}^{1}_{1}\bullet$$

دقيقة الفا — نواة نتروجين — نواة فلور غير مستقرة — اوكسجين — بروتون

(3) الانشطار النووي :

هو انشطار نواة ثقيلة الى نواتين متوسطتي الكتلة وتكوين عناصر جديدة مع تولد كميات ضخمة من الطاقة الحرارية والاشعاعية مثل انشطار نظيري اليورانيوم ${}^{235}_{92}U$ والبلوتونيوم ${}^{239}_{94}Pu$. كما موضح في معادلة انشطار اليورانيوم 235 .

$${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}\bullet \longrightarrow {}^{236}_{92}U \longrightarrow {}^{91}_{36}\bullet\bullet + {}^{142}_{56}\bullet\bullet + {}^{1}_{0}\bullet$$

نواة قابلة للانشطار — نواة غير مستقرة جدا — كربتون — باريوم — نيوترون

(☆) انفجار القنبلة الذرية ماهو الا انشطار نووي مولداً طاقة انفجارية هائلة .

(☆) من تطبيقات الانشطار النووي هو المفاعل النووي: هو جهاز يستخدم تفاعل الانشطار النووي المسيطر عليه لانتاج الطاقة (الطاقة الكهربائية) ونويات مشعة متولدة .

(4) الاندماج النووي :

هو تفاعل يتم فيه اندماج نوى خفيفة لتكوين نوى أثقل واكثر استقراراً ويحدث الاندماج للانوية الخفيفة لنظائر الهيدروجين الديوتيريوم $^{2}_{1}D$ والتريتيوم $^{3}_{1}T$ لانتاج ذرة الهيليوم $^{4}_{2}He$ ونيوترون واحد مع تحرر طاقة هائلة جداً اكبر من طاقة الانشطار النووي .

$$^{3}_{1}T + ^{2}_{1}\bullet \xrightarrow{\text{اندماج نووي}} ^{4}_{2}\bullet\bullet + ^{1}_{0}\bullet + \text{طاقة}$$

(☆) تعتبر القنبلة الهيدروجينية مثال على الاندماج النووي .

(☆) تمدنا الشمس بالحرارة والنور والحياة والسبب هو حصول الاندماج النووي فيها فينتج طاقة هائلة على شكل حرارة واشعاع

علل / يحدث الاندماج النووي في الشمس وباقي النجوم بشكل مستمر ؟

ج / بسبب توفر نظائر الهيدروجين ولوجود درجات الحرارة العالية اللازمة لهذا الاندماج .

الكشف عن الاشعاع / يتم الاستدلال على وجود النشاط الاشعاعي للمواد المشعة بعدة وسائل منها :

(1)عداد كايكر Geiger Counter :

وهو جهاز (عداد) يكشف عن النشاط الاشعاعي للمواد المشعة واساس عمله هو ان الاشعة النووية ذات الطاقة العالية تسبب تاين الغاز (غاز الاركون) الموجود في الجزء الحساس من هذا الجهاز وهذا التاين يتحول الى نبضات كهربائية تدير عداداً رقمياً او تولد صوتاً متقطعاً يشير الى النشاط الاشعاعي الصادر من المادة المشعة .

(2)الفلم الفوتوغرافي (الفلم باج) Film badge :

عبارة عن شريحة من البلاستيك مغطاة بمادة بروميد الفضة $AgBr$ التي تتاثر بكمية الاشعاع المار بالشريحة حيث يمكن قياس كمية الاشعاع من شدة تاثر هذه الشريحة بالمواد المشعة وتحفظ في علبة خاصة وتعلق في الاماكن التي يوجد فيها النشاط الاشعاعي .

الجرعة الاشعاعية Radiation Dose :

وهي كمية الطاقة الاشعاعية الممتصة في وحدة الكتلة من الجسم وتقاس بوحدة الكري (Gy) ووحدة الراد (Rad) . 1 Gy = 1 J/Kg   1 Gy = 100 Rad

الاشعاع المؤين Radiation Ionizing:

وهو شكل من اشكال الطاقة تكمن خطورته في انه لايمكن الاحساس به او رؤيته بالعين المجردة حيث تتسلل الاشعاعات المؤينة الخفية الى الجسم وتنقل طاقتها اليه والتي قد تؤدي الى اضرار تتراوح بين عدة ساعات وعشرات السنين حسب الجرعة التي يتعرض لها الجسم مثل اشعة اكس وكاما والاشعة الكونية وجسيمات بيتا والفا .

س/ ماهو فعل الاشعاع المؤين على الجزيئات في الكائن الحي ؟ / س 27 اسئلة الفصل

ج / يؤدي تعرض الكائن الحي للاشعاعات المؤينة الى حدوث :

(1) مخاطر جسدية :

أ- تعمل على احداث سرطان الدم وسرطان النخاع وسرطان الغدة الدرقية وسرطان العظام واورام خبيثة اخرى

ب- تؤدي الى قصر العمر والى اضعاف قابلية الاشخاص على مقاومة الامراض الاخرى او الالتهابات .

جـ- ان تعرض الجنين الى جرعة اشعاع مقدارها (1-5 Rad) تعتبر مسببة لسرطان الدم بعد الولادة .

(2) مخاطر وراثية :

أ- اضعاف القابلية على الاخصاب وحدوث التشوهات الوراثية والعقم التام في بعض الاحيان .

ب- حدوث الطفرات الوراثية .

جـ- يؤثر على نسبة الذكور من المواليد

التحلل الاشعاعي للماء :

ان تحلل الماء بواسطة الاشعاع سيؤدي الى تكوين ايونات الماء الموجبة والسالبة التي تحلل الى ايونات اخرى وجذور حرة ذات طاقة عالية تجعلها فعالة تعمل على الاتحاد مع مكونات الخلية محدثة تغييراً في مركباتها العضوية والاجزاء الحساسة في الخلايا (الكروموسومات) . وان حدوث الضرر الاشعاعي في الخلية او الانسجة يؤدي الى تعطيل بعض او كل وظائف الخلية .

ارشادات الوقاية من الاشعاع :

هناك ثلاث مفاهيم اساسية يجب معرفتها لحماية الانسان من الاشعاعات المؤينة التي يتعرض لها وهي :

(1) الزمن : يزداد مقدار التعرض الاشعاعي للشخص بزيادة زمن التعرض للمصدر الاشعاعي

(2) المسافة : يقل مقدار التعرض الاشعاعي للشخص بزيادة المسافة بين الشخص والمصدر المشع وتحديد المسافة الامنة يعتمد على مقدار طاقة الاشعاع ومقدار النشاط الاشعاعي للمصدر

(3) الدرع الواقي : يقل التعرض الاشعاعي بزيادة سمك الدرع الواقي حول الاشعاعات ويكون سمك الدرع تبعاً لنوع وطاقات الاشعاع .

مفاهيم اساسية

- **الإشعاع النووي Nuclear Radiation**

الجُسَيمات التي تَطلِقُها النواة خِلال الإنحلال الإشعاعي كالنيوترونات والإلكترونات.

- **أشعة كاما Gamma Rays**

مَوجات كهرومغناطيسية ذات طاقة عالية تنبعث من النّواة عند انحلالها.

- **الإنحلال الإشعاعي Radioactive Decay**

عَمليّة إنحلال تلقائي للنواة، تتحوّل بموجبها هذه النّواة الى نواة أخفّ نسبياً مع إطلاق جُسيمات أو أشعّة كهرومغناطيسية أو كِلتَيهما.

- **الإندماج النووي Nuclear Fusion**

إتحاد أنوية الذرّات ذات الكُتَل الخفيفة لِتكوين أنوية أثْقَل وأكثَر إستقراراً، تَطلقُ هذه العمليّة طاقة أكبر من طاقة الإنشطار النووي.

- **الإنشطار النووي Nuclear Fission**

عمليّة تنشطرُ فيها الأنوية الثقيلة الى أنوية اخف و أكثر إستقراراً من ذوات الكُتَل المتوسطة وتحرّر كميات كبيرة من الطاقة.

- **التفاعل النووي Nuclear reaction**

تفاعُل يؤثّر في نواة الذرّة.

- **جسيم ألفا Alpha Particle**

جُسيم لهُ شحنة موجبة تطلق خلال انحلال العناصر المُشعّة وهو يتألف من بروتونين ونيوترونين ويمثل نواة ذرة الهيليوم.

- **جسيم بيتا Beta Particle**

جُسيم لهُ شحنة سالبة يطلق خلال بعض أنواع الإنحلال الإشعاعي.

- **المفاعل النووي Nuclear Reactor**

جهاز يستخدم تفاعل الإنشطار النووي المسيطر عليه لإنتاج الطاقة ونويات مشعة متولدة.

- **النواة المشعة Radioactive Nucleus**

نواة غَير مُستقرّة تَخضع للإنحلال الإشعاعي.

- **عدادگايگر Geiger Counter**

جهاز يكتشف الإشعاع من خلال حساب الإشارات الكهربائية المتكونة في غاز مُؤيَّن بفعل الإشعاع.

- **زمن عمر النصف Half life Time**

الوقت اللازم لانحلال نصف كمية المادة اشعاعياً اي استهلاك نصف ماكان موجوداً اصلاً من نويات المادة المشعة.

اسئلة الفصل الخامس وحلولها

س1/ عمر النصف للبولونيوم 210هو 138.4يوما ، ماكتلة البولونيوم 210بـ (mg) المتبقية بعد 415.2 يوما ، اذا ابتدأت بـ 2gمن النظير ؟

ج / $N_t = \frac{N_o}{2^{(t/t_{1/2})}} = \frac{2g}{2^{\left(\frac{415.2}{138.4}\right)}} = \frac{2}{2^3} = \frac{2}{8} = \boxed{0.25\ g}$

لتحويل كتلة البولونيوم 210 من وحدة g الى mg : $\frac{1000\ mg}{1\ g} \times 0.25\ g = \boxed{250\ mg}$

س2/ عمر النصف للكوبلت 60هو 5.27سنوات ، ماكتلة الكوبلت 60المتبقية له بوحدة (mg) بعد 52.7 سنة اذا ابتدأت بـ 10mgمنه ؟

ج / $N_t = \frac{N_o}{2^{(t/t_{1/2})}} = \frac{10mg}{2^{\left(\frac{52.7}{5.27}\right)}} = \frac{10mg}{2^{10}} = \frac{10mg}{1024} = 0.00976\ mg \cdot \boxed{0.01\ mg}$

س3/ لماذا تكون دقائق الفا ذات الشحنة والكتلة الكبيرتين اقل اختراقا من دقائق بيتا واشعة كاما ؟

ج/ لانها اثقل انواع الاشعة وسرعتها قليلة تساوي 10% من سرعة الضوء حيث ان الكتلة الكبيرة لدقيقة الفا تجعل احتمالية تصادمها او ارتطامها مع دقائق اخرى كبيرة ، اما المقدار الكبير لشحنتها الموجبة يجعلها تهاجم وبقوة الدقائق المخالفة لها بالشحنة فتؤين المحيط الذي تمر خلاله . لذلك تكون قابليتها على الاختراق اقل من بيتا وكاما

س4/ اكمل ثم وازن المعادلات النووية التالية وجد قيم اعداد الكتلة والعدد الذري للعنصر (X) في كل منها

① $^{27}_{13}\bullet\bullet + ^{4}_{2}\bullet\bullet \longrightarrow ^{30}_{14}Si + ^{1}_{1}\bullet$

② $^{214}_{83}Bi \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{210}_{81}X$

③ $^{27}_{14}Si \longrightarrow ^{0}_{-1}\bullet + ^{27}_{15}X$

④ $^{59}_{27}CO + ^{1}_{0}\bullet \longrightarrow ^{60}_{27}CO$

س5/ فيما ياتي نظائر مشعة تنحل بانبعاث دقيقة الفا ، اكتب ناتج هذا الانحلال لكل نظير بمعادلات موزونة؟

① $^{238}_{94}Pu \longrightarrow ^{234}_{92}U + ^{4}_{2}\bullet\bullet$

② $^{210}_{83}Bi \longrightarrow ^{206}_{81}Tl + ^{4}_{2}He$

③ $^{218}_{84}Po \longrightarrow ^{214}_{82}Pb + ^{4}_{2}He$

④ $^{230}_{90}Th \longrightarrow ^{226}_{88}Ra + ^{4}_{2}\bullet\bullet$

⑤ $^{222}_{86}Rn \longrightarrow ^{218}_{84}Po + ^{4}_{2}He$

ملاحظة / يمكن تمثيل رمز النظير المجهول في المعادلة بالرمز X . فيكتب النظير $^{234}_{92}U$ كالاتي $^{234}_{92}X$.

س6/ احسب طاقة الارتباط النووية لنواة عنصر البولونيوم $^{218}_{84}Po$ علما ان كتلة البروتون 1.00728amu وكتلة النيوترون 1.00866amu والكتلة الذرية للبولونيوم 209.213 amu.

ج/ | عدد النيوترونات = عدد الكتلة − العدد الذري |

= 218 − 84 = 134 نيوترون

لحساب كتلة نواة البولونيوم التي تتالف من 84 بروتون و 134 نيوترون

كتلة البروتونات = 84×1.00728 = 84.61152 amu

كتلة النيوترونات = 134×1.00866 = 135.16044 amu

| مجموع كتل البروتونات والنيوترونات = كتلة البروتونات + كتلة النيوترونات |

84.61152 + 135.16044 = 219.77196 amu (كتلة نواة البولونيوم الحسابية)

اذن الفرق بين الكتلة الحسابية والكتلة الفعلية يمثل (الكتلة المفقودة)

219.77196 amu - 209.213 amu = 10.55896 amu

لحساب طاقة الارتباط النووية لنواة البولونيوم نحول الكتلة المفقودة من وحدة amu الى Kg

$$m_{(Kg)} = 10.559\ amu \times \frac{1.66 \times 10^{-27}\ Kg}{1\ amu} = 17.528 \times 10^{-27}\ Kg$$

نستخدم معادلة اينشتاين لحساب طاقة الارتباط

$$E = mc^2 = 17.528 \times 10^{-27}\ (Kg) \times (3 \times 10^8\ m/s)^2$$

$$= 157.750 \times 10^{-11}\ Kg.m^2/s^2 = 157.750 \times 10^{-11}$$ (طاقة الارتباط النووية)

س7/ ينحل النظير المشع لعنصر الرصاص Pb ليعطي نظير عنصر البزموث Bi مع انبعاث دقائق بيتا. اكمل معادلة الانحلال واوجد العدد الذري وعدد الكتلة المفقودين. $^{210}_{?}Pb \rightarrow ^{?}_{83}Bi + ^{0}_{-1}e$

ج/ | العدد الذري للالكترون + العدد الذري لـ Bi = العدد الذري لـ Pb |

-1 + 83 = 82

| عدد الكتلة للالكترون + عدد الكتلة لـ Bi = عدد الكتلة لـ Pb |

عدد الكتلة لـ Bi = 210 - 0 = 210

اذن المعادلة الانحلال $^{210}_{82}Pb \rightarrow ^{210}_{83}Bi + ^{0}_{-1}e$

س8/ اكتب رمز وشحنة كل من : 1)دقائق الفا . 2)دقائق بيتا . 3)اشعة كاما

ج/ دقيقة الفا $^{4}_{2}He(\alpha^{+2})$ ، دقيقة بيتا $^{0}_{-1}e(\beta^{-})$ ، اشعة كاما $^{0}_{0}\gamma$ لا تملك شحنة ولا كتلة

س9/ العناصر المشعة الاتية تنحل بانبعاث دقائق بيتا السالبة ، اكتب معادلة نووية موزونة لعملية انحلال

① كاربون $^{14}_{6}C$ ② سترونتيوم $^{90}_{38}Sr$ ③ بوتاسيوم $^{40}_{19}K$ ④ نتروجين $^{13}_{7}N$

ج/

① $^{14}_{6}\cdot \longrightarrow {}^{14}_{7}\cdot + {}^{0}_{-1}\cdot$ ② $^{90}_{38}Sr \longrightarrow {}^{90}_{39}Y + {}^{0}_{-1}\cdot$

③ $^{40}_{19}K \longrightarrow {}^{40}_{20}Ca + {}^{0}_{-1}\cdot$ ④ $^{13}_{7}N \longrightarrow {}^{13}_{8}O + {}^{0}_{-1}\cdot$

س10/ كيف يتاثر العدد الذري وعدد الكتلة للنواة في حالة انبعاث .

1) دقيقة الفا 2) دقيقة بيتا 3) اشعة كاما

ج/ 1) يقل العدد الذري بمقدار وحدتين والعدد الكتلي بمقدار اربع وحدات لنواة النظير الناتجة عند انبعاث دقيقة الفا

2) يزداد العدد الذري للنوية الناتجة بمقدار واحد عن النوية المنحلة بينما يبقى العدد الكتلي للنوية الناتجة مساوية للعدد الكتلي للنوية المنحلة.

3) لايؤثر انبعاث اشعة كاما على العدد الذري والعدد الكتلي للنظير المنحل.

س11/ بين الاختلاف بين النظائر المشعة وغير المشعة ؟

ج/ 1) انوية ذرات النظائر المشعة تكون غير مستقرة ونسبة ($\frac{n^{\circ}}{P+}$) في نواتها اكبر من الواحد الصحيح وتنحل بانبعاث اشعة أو دقيقة متحولة الى نواة عنصر اخر لتصبح اكثر استقرارا.

2) انوية ذرات النظائر غير المشعة تكون مستقرة ونسبة ($\frac{n^{\circ}}{P+}$) في نواتها هي (1:1)اي الواحد الصحيح

س12/ شخص النظير المستقر في كل من الازواج الاتية :

① $^{12}_{6}C$ و $^{14}_{6}C$ ② $^{3}_{1}H$ و $^{1}_{1}H$ ③ $^{16}_{8}O$ و $^{18}_{8}O$ ④ $^{14}_{7}N$ و $^{15}_{7}N$

ج / لتشخيص استقرارية النظائر وعدم استقراريتها من خلال معرفة نسبة عدد $\frac{n^{\circ}}{P+}$ فاذا كانت النسبة للنظير مساوية للواحد الصحيح (او الاقرب) فيعتبر هو النظير المستقر .

① $^{12}_{6}C$ ② $^{1}_{1}H$ ③ $^{16}_{8}O$ ④ $^{14}_{7}N$

س13/ لماذا تستخدم النظائر المشعة ذات اعمار النصف القصيرة في التشخيص والمعالجة (في الطب) ؟

ج / لكي لاتشكل مصدراً مشعاً خطراً على المدى البعيد للمرضى أي ينتهي تاثيرها بانتهاء عمر النصف لها والذي قد يؤدي الى تغير في تركيب الخلايا وحدوث انقسام سريع وتلف الخلايا عند التعرض للاشعاع لفترة طويلة

س14/ اعطي مريض جرعة مقدارها 20mg من اليود I^{131} كم سيبقى من هذا النظير في الجسم بعد 40 يوما اذا علمت ان عمر النصف له 8 يوم ؟

ج /

$$N_t = \frac{N_o}{2^{(t/t_{1/2})}} = \frac{20\ mg}{2^{\left(\frac{40}{8}\right)}} = \frac{20mg}{2^5} = \frac{20mg}{32} = \boxed{0.625\ mg}$$

س15/ اشرح تفاعل الانشطار النووي وكيفية حدوثه ؟ ج / راجع في الملزمة

س16/ ماهو الفرق بين التفاعل النووي الحاصل في الشمس والتفاعل النووي الحاصل في المفاعل النووي ؟

ج / في الشمس يحصل تفاعل الاندماج النووي بالاضافة الى انواع اخرى من التفاعلات وفي المفاعل النووي يحصل تفاعل الانشطار النووي والفرق بينهما .

الانشطار النووي	الاندماج النووي
1) انشطار نووي لنواة ثقيلة مثل اليورانيوم 235 والبلوتونيوم 239 الى نواتين متوسطتي الكتلة	1) اندماج نوى خفيفة لنظائر الهيدروجين ($^{3}_{1}T$ و $^{2}_{1}D$) لتكوين نواة اثقل (نواة ذرة الهيليوم $^{4}_{2}He$.
2) يصحبها انبعاث طاقة حرارية واشعاعية كبيرة جداً .	2) يصحبها انبعاث طاقة حرارية واشعاعية هائلة اكبر بكثير مما يطلقه الانشطار النووي .
3) يمكن السيطرة على تفاعلاته في المفاعل النووي والافادة منها في انتاج الطاقة الكهربائية .	3) لايمكن السيطرة على تفاعلاته والافادة منها للاغراض السلمية.
4) لايحتاج لدرجات حرارة عالية جداً كما من الاندماج .	4) يحتاج لدرجات حرارة عالية جداً والتي يمكن توفرها في الشمس .

س17/ ما الفائدة او الغرض من استخدام الفلم باج عند العمل مع المصادر المشعة المؤينة ؟

ج / لقياس كمية الاشعاع ومقدار ما يتعرض له الشخص الذي يتعامل مع المصادر المشعة من اشعاع لغرض السلامة للكشف عن المصادر المشعة وتقاس شدة الاشعاع من شدة تاثر هذه الشريحة بالمواد المشعة .

س18/ اختر الجواب الصحيح :

1- **اذا انحل عنصر مشع بانبعاث دقيقة بيتا :** ج / أ) يتغير العدد الذري .

2- **العنصر المشع رادون • • ^{222} له عمر نصف 3.8 يوم. ماهي الكمية المتبقية من 20g من هذا العنصر بعد 15.2 يوم ؟**

ج / $N_t = \frac{N_o}{2^{(t/t_{½})}} = \frac{20\ g}{2^{\left(\frac{15.2}{3.8}\right)}} = \frac{20g}{2^4} = \frac{20g}{16} = \boxed{1.25\ g}$ الجواب الصحيح هو جـ 1.25

س19/ ماهي الدقيقة التي تحتاجها المعادلة التالية لموازنتها :

$^{27}_{13}$• • + $^{4}_{2}$• • ⟶ ? + $^{30}_{15}$•

ج/ العدد الكتلي للدقيقة المجهولة = 4 + 27 - 30 = 1

العدد الذري للدقيقة المجهولة = 2 + 13 - 15 = 0

$^{27}_{13}$• • + $^{4}_{2}$• • ⟶ $^{1}_{0}$• + $^{30}_{15}$•

س20/ سمي الدقيقة المنبعثة او القاصفة في كل تفاعل في المعادلات الاتية :

(1) $^{59}_{26}\bullet\bullet \longrightarrow ^{59}_{27}\bullet\bullet + ^{0}_{-1}\bullet$

(2) $^{185}_{79}\bullet\bullet \longrightarrow ^{181}_{77}\bullet\bullet + ^{4}_{2}\bullet\bullet$

(3) $^{59}_{27}\bullet\bullet + ^{1}_{0}\bullet \longrightarrow ^{60}_{27}\bullet\bullet$

ج / (1) $^{0}_{-1}e$ دقيقة بيتا (دقيقة منبعثة)

(2) $^{4}_{2}He$ دقيقة الفا (دقيقة منبعثة)

(3) $^{1}_{0}n$ نيوترون (دقيقة قاصفة)

س21/ كيف يتم الحصول على الماء الثقيل ؟ ج / راجع في الملزمة .

س22/ ما الفرق بين الخواص الكيميائية والخواص النووية ؟

ج / الخواص الكيميائية يحددها العدد الذري (عدد الالكترونات) بينما الخواص النووية فيحددها عدد الكتلة (مجموع عدد البروتونات والنيوترونات) .

س23/ اختر الجواب الصحيح من بين الاقواس :

1) في الرمز $^{A}_{Z}X$ ان A يمثل (العدد الذري ، **عدد الكتلة** ، عدد النيوترونات ، عدد الالكترونات).

2) اليورانيوم ^{238}U يمثل الرقم 238 (عدد النيوترونات ، **عدد الكتلة** ، عدد البروتونات ، العدد الذري)

3) $^{2}_{1}D$ يمثل نظير الهيدروجين (الاعتيادي ، الاثقل ، **الثقيل** ، ليس له علاقة) .

4) يمكن ايقاف دقائق بيتا بواسطة (الورق ، الهواء ، **قطعة من الخشب**) .

5) في المعادلة النووية $^{238}_{92}U \longrightarrow ^{234}_{90}Th + ? + ^{0}_{0}\gamma$

ان العلامة ؟ تمثل ($^{1}_{1}H$ ، $^{3}_{1}T$ ، $^{1}_{0}n$ ، **$^{4}_{2}He$**)

6) عمر النصف للبولونيوم $^{218}_{84}Po$ هو 3 دقائق فاذا كان لديك كمية من البولونيوم 218 كتلتها 60g فكم سيبقى منها (بوحدة g) بعد مرور 9دقائق (60 ، **7.5** ، 15 ، 30)

ج / $$N_t = \frac{N_o}{2^{(t/t_{1/2})}} = \frac{60\ g}{2^{\left(\frac{9}{3}\right)}} = \frac{60g}{2^3} = \frac{60g}{8} = \boxed{7.5\ g}$$

7) عندما تشع نواة عنصر ما جسيم بيتا السالب فان .

ج / (عدد الكتلة ثابت والعدد الذري يزيد) .

س24/ علل / ماياتي :

1- **تؤين دقيقة الفا ذرات الهواء عند مرورها فيه ؟**

ج / بسبب شحنتها الكبيرة القادرة على جذب الالكترونات من مكونات الهواء وتاينها

2- **تنحرف جسيمات الفا في المجالين الكهربائي والمغناطيسي ؟**

ج / لانها جسيمات ذات شحنة موجبة كبيرة (He^{+2})

3- **لاتتاثر اشعة كاما بالمجالين الكهربائي والمغناطيسي ولاتسبب تاين الغازات ؟**

ج / لانها اشعة (موجات) كهرومغناطيسية عديمة الشحنة .

4- **قدرة اشعة كاما على النفاذ اكبر بكثير من قدرة نفاذ جسيمات الفا او بيتا ؟**

ج / لانها اشعة كهرومغناطيسية ذات طاقة عالية وتردد عالي جدا (أي ليس لها كتلة ولا حجم ولا شحنة)

5- **وجود البروتونات الموجبة الشحنة ضمن النواة دون ان تتنافر ؟**

ج / راجع في الملزمة .

6- **خطورة الجذور الحرة المتكونة نتيجة التحلل الاشعاعي للماء ؟**

ج / لانها جذور فعالة ذات طاقة عالية تتحد مع مكونات الخلية الحية محدثة تغييراً في مركباتها العضوية وفي كروموسوماتها مما يؤدي الى حدوث مخاطر جسدية كالسرطانات ومخاطر وراثية .

س25/ ما المقصود بكل من : 1)عمر النصف 2) النشاط الاشعاعي لعنصر مشع 3) عنصر البنت الوليدة

ج / راجع في الملزمة .

س26/ اكمل ما ياتي :

1) من الاجهزة المستخدمة في الكشف عن الاشعاعات النووية **عداد كايكر .**

2) يتحول نظير الرصاص ^{214}Pb الى نظير البزموث ^{214}Bi عندما تشع نواته **اشعة بيتا .**

3) تسمى عملية اتحاد نواتين خفيفتين لتكوين نواة ثقيلة **الاندماج النووي .**

4) ان معدل النشاط الاشعاعي لعينة مشعة لايتاثر **بالظروف الخارجية من ضغط او درجة حرارة** ولكنه يتوقف فقط على **نسبة العنصر المشع في العينة .**

5) تدعى عدد الانحلالات التي تحدث في الثانية من الزمن **الشدة الاشعاعية** وتقاس بوحدة البكرل **(B_q)** أو **الكوري**

6) تنحل النويات الاكثر استقراراً **ببطيء** ولها عمر نصف **اطول** اما الاقل استقراراً فتنحل **بسرعة** ويكون لها عمر نصف **قصير .**

س27/ اذكر اثنين من الاضرار الناتجة عن تعرض الجسم للاشعاعات النووية ؟

ج / راجع في الملزمة .

س28/ يشكل $^{14}_{7}N$ نسبة 99.63% من مجموع النتروجين في الطبيعة اما $^{15}_{7}N$ فيشكل مانسبة 0.37%.
احسب الكتلة الذرية للنتروجين ؟

ج/ الكتلة الذرية للعنصر = $\dfrac{\text{كتلة النظير الاول} \times \text{وفرته النسبية} + \text{كتلة النظير الثاني} \times \text{وفرته النسبية}}{100}$

الكتلة الذرية للنتروجين N = $\dfrac{0.37 \times 15 + 99.63 \times 14}{100}$ = 14 g/mol

---

س29/ ماعدد البروتونات والنيوترونات والالكترونات في ذرة كل نظير من النظائر الاتية :

ج / العدد الذري = عدد $^{+}$• = عدد $^{-}$•

عدد النيوترونات = عدد الكتلة – العدد الذري

② $^{235}_{92}$• عدد $^{+}$• =92 عدد $^{-}$• = 92 عدد ^{0}• = 235 – 92 = 143	① $^{38}_{19}$• عدد $^{+}$• =19 عدد $^{-}$• = 19 عدد ^{0}• = 38-19=19
④ $^{13}_{7}$• عدد $^{+}$• =7 عدد $^{-}$• = 7 عدد ^{0}• = 13 - 7 = 6	③ $^{68}_{31}$•• عدد $^{+}$• =31 عدد $^{-}$• = 31 عدد ^{0}• = 68 – 31 = 37
	⑤ $^{59}_{26}$•• عدد $^{+}$• =26 عدد $^{-}$• = 26 عدد ^{0}• = 59 - 26 = 33